This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

University of Wisconsin
Library
CLASS SX
BOOK .P62
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

PRINCIPES D'ASSAINISSEMENT

DES

HABITATIONS DES VILLES & DE LA BANLIEUE

Digitized by Google

DU MÊME AUTEUR

De l'Assainissement intérieur et extérieur des villes (Dijon, 1881, édition épuisée) . . . . . 2 »

Projet d'Assainissement de la ville de Dijon et plan avec courbes de niveau (Dijon, 1884, édition épuisée) 2 50

De l'Assainissement intérieur et extérieur des villes et de l'épuration des eaux d'égouts (Dijon, 1884, édition épuisée). . . . . 4 »

Topographie médicale de la ville de Dijon et de son assainissement, par le docteur G. ZIPFEL et P. PIGNANT. Steinheil, éditeur, Paris, 1892 . . . . 5 »

DIJON. — IMPRIMERIE DARANTIERE, RUE CHABOT-CHARNY. 65

Digitized by Google

GÉNIE SANITAIRE

PRINCIPES D'ASSAINISSEMENT

DES

Habitations des Villes et de la Banlieue

TRAVAUX DIVERS D'ASSAINISSEMENT

ÉPURATION ET UTILISATION AGRICOLE DES EAUX D'ÉGOUT

PAR

P. PIGNANT

INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES ET ARCHITECTE,

2e ÉDITION

PARIS
STEINHEIL, ÉDITEUR
2, rue Casimir-Delavigne

DIJON
DARANTIERE, IMPRIMEUR
65, rue Chabot-Charny

1892

Digitized by Google

Digitized by Google

5513580

59437
SEP 11 1901
SX
.P62

LIVRE PREMIER

ASSAINISSEMENT DE L'HABITATION

CHAPITRE PREMIER

IMPORTANCE DES QUESTIONS RELATIVES A L'HYGIÈNE DE L'HABITATION

Toutes les connaissances relatives à la salubrité de l'habitation sont à la fois des plus intéressantes et des plus importantes :

Des plus intéressantes, par leur rapport intime avec toutes les autres connaissances humaines ;

Des plus importantes, au triple point de vue de l'hygiène, de l'économie sociale et de la moralité publique :

1° Au point de vue de l'hygiène, parce que de leur bonne application dépend en majeure partie la conservation de la santé, le premier de tous les biens, celui sans lequel tous les autres sont sans valeur ;

2° Au point de vue de l'économie sociale, car de leur bonne application résulte la conservation de plusieurs existences humaines par an et par millier d'habitants ; nous verrons en effet, à la seconde partie de notre étude, que dans toutes les villes où l'on a exécuté des travaux d'assainissement d'après les principes que nous nous proposons d'exposer ici, la mortalité a diminué de 3, 4, et jusqu'à 11 pour mille habitants et par an. Or l'homme, dès qu'il est arrivé à l'âge adulte, peut être assimilé à un capital producteur. Si nous appelons V l'intérêt annuel moyen de ce capital ou pour mieux dire la valeur moyenne par an du travail produit par un homme, on voit que l'application des connaissances relatives à l'hygiène a pour effet d'augmenter, chaque année, la richesse publique du pays, d'autant de fois V qu'il y a d'années d'existence conservées.

Enfin 3°, au point de vue de la moralité, toutes les questions relatives à la salubrité de la maison présentent un intérêt capital.

Digitized by Google

Gustave Jourdan a dit :

« Il n'est, en effet, pas de question plus digne de la sollicitude de l'autorité que celle de la salubrité des habitations. On l'a dit bien souvent et on ne saurait trop le répéter : l'insalubrité des logements exerce l'influence la plus désastreuse sur le moral et le physique des personnes qui les occupent. On s'empresse de fuir une demeure où manquent l'air et la lumière et dans laquelle on ne respire que des odeurs méphitiques. »

« La désertion du foyer amène presque forcément la corruption des mœurs et le relâchement des liens de famille. »

« En outre, la santé ne tarde pas à s'altérer dans ce milieu délétère. Les enfants, lorsqu'ils ne périssent pas au berceau, deviennent malingres, rachitiques, scrofuleux ; les adultes, même les mieux constitués, sont atteints de maladies de toute nature qui se transmettent de génération en génération et sont une des causes de l'affaiblissement du pays. »

« Messieurs, disait Woleski à l'assemblée nationale en 1850, le budget des hospices et des prisons s'accroît, lorsque vous laissez subsister la cause qu'il faut attaquer de front, la principale cause des fléaux qui fondent sur la classe pauvre, c'est-à-dire les logements insalubres. »

Cependant, malgré les efforts des commissions des logements insalubres, malgré les immenses progrès réalisés depuis un siècle, dans les sciences appliquées, il est à remarquer qu'en France on a relativement peu fait jusqu'à présent pour améliorer l'hygiène de l'habitation. Sous ce rapport, nous sommes en retard sur bien des nations, telles que l'Angleterre, la Belgique, l'Allemagne et l'Amérique. Presque tous les progrès, apportés dans la construction des maisons, ne se rencontrent que dans celles destinées aux classes aisées et encore ils ont plus particulièrement trait à l'ornementation ou au confort des façades et des pièces principales. Ces maisons occupées par les familles riches, surtout dans les grands centres de population, sont en effet loin de présenter toutes les conditions requises pour une bonne hygiène ; si le goût et la décoration satisfont les yeux, trop souvent les aménagements domestiques font défaut.

Que dire alors de celles construites pour être exploitées par voie de location et plus particulièrement de celles destinées aux classes peu aisées.

Digitized by Google

L'initiative privée peut évidemment beaucoup pour l'amélioration des logements, mais elle ne saurait résoudre à elle seule toutes les difficultés du problème.

C'est spécialement aux pouvoirs municipaux qu'il appartient de poursuivre, par tous les moyens possibles, la réalisation de la salubrité la plus parfaite pour les propriétés habitées. Il ne leur suffit pas, en effet, pour obtenir, dans leurs villes, un état sanitaire satisfaisant, d'avoir établi à grands frais un système d'égouts et de distribution d'eau, d'avoir, par de nombreux percements, facilité la circulation de l'air dans les divers quartiers de la ville. Des mesures analogues, non moins importantes pour la santé publique, doivent être étendues par elles à chaque maison et plus spécialement à celles occupées par la classe ouvrière.

L'assainissement de la maison n'est-il pas le point de départ de l'assainissement d'une ville ?

On ne saurait donc hésiter à faire modifier et supprimer au besoin toute habitation qui, par un mauvais aménagement, peut compromettre la santé de ses habitants.

Qu'on n'objecte pas la thèse du respect de la propriété !

Toute habitation insalubre étant un foyer d'infection et de maladies contagieuses, n'est plus respectable par ce fait et doit être l'objet de mesures sévères.

N'en prend-on pas à l'égard des établissements industriels dangereux et insalubres ?

Ne s'agit-il pas ici de sauvegarder non seulement la santé des habitants d'une installation particulière, mais celle des habitants des propriétés voisines, de tout un quartier et même, en cas d'épidémie, de toute une ville?

Si les municipalités ne sont point suffisamment armées pour obtenir satisfaction complète à cet égard, qu'elles provoquent de la part du pouvoir législatif la création des lois nécessaires.

Elles contribueront ainsi à résoudre une des questions sociales les plus importantes, et la chambre qui créera une bonne loi à ce sujet aura fait une œuvre de grande utilité, essentiellement démocratique et à laquelle tout le monde applaudira.

Voyons maintenant les conditions requises par l'hygiène pour la salubrité de l'habitation.

Digitized by Google

CHAPITRE II

CONDITIONS REQUISES POUR LA SALUBRITÉ DE L'HABITATION

Une habitation, pour être saine, doit satisfaire à certaines conditions relatives à son éclairage, à son aération, à son cube d'air disponible par pièce, à son orientation, à son état hygrométrique, à son sol, à la température de son atmosphère, etc. En outre, les immondices de toute nature, qui y sont produits par la vie journalière, constituant un milieu essentiellement favorable au développement des germes des maladies infectieuses, on doit trouver dans chaque habitation toute facilité pour évacuer ces immondices au fur et à mesure de leur production, pouvoir y entretenir facilement une propreté scrupuleuse et y disposer, à cet effet, d'une quantité suffisante d'eau, base essentielle de l'hygiène.

Nous allons passer en revue ces diverses conditions, en nous bornant, d'une façon exclusive dans cette première partie de notre travail, à l'habitation proprement dite.

ÉCLAIRAGE

Tout le monde connaît le rôle important que joue la lumière solaire, appelée aussi lumière naturelle, dans la vie animale comme dans la vie végétale ; c'est à son action bienfaisante que M. de Humbold attribue la santé et le beau développement d'une peuplade d'Amérique vivant sur un plateau continuellement éclairé.

Il est hors de doute que la vie est anormale là où la lumière naturelle ne peut pénétrer ; la lumière solaire est utile pour conserver à l'air ses qualités voulues. Son absence, au contraire, surtout lorsqu'elle est accompagnée d'humidité et de manque d'aération, favorise le développement d'une végétation malsaine pour la vie de l'homme.

On ne saurait donc considérer comme logeable toute pièce d'une maison ne prenant pas jour directement à l'extérieur, ou même éclairée d'une façon insuffisante.

Digitized by Google

Quant aux lumières artificielles, si elles sont produites par une combustion, comme celles des bougies, des lampes, des becs de gaz, etc., etc., elles sont, ainsi que nous le verrons plus loin, une cause d'insalubrité. Si, au contraire, elles sont le résultat d'un courant électrique portant à l'incandescence et dans le vide, un fil de charbon ou de tout autre corps mauvais conducteur, elles ne sont pas une cause d'altération de l'air et par conséquent d'insalubrité.

D'autre part la lumière électrique n'émettant pas de gaz sulfurés ou autres susceptibles d'altérer les couleurs, les étoffes, les peintures à l'huile, les objets en argent ou argentés, etc., etc., elle est, pour ce motif et bien que d'un prix encore supérieur à celui de la lumière du gaz, préférée et finalement pas plus coûteuse, pour l'éclairage des magasins d'étoffes légères, de soieries, d'orfèvrerie, pour les théâtres, les salles de réception, de cafés, de restaurants et autres richement décorées en peintures et dorures.

Sans la substitution de la lumière électrique à celle du gaz, on eût perdu complètement les peintures artistiques du foyer du Grand Opéra de Paris.

Ajoutons, enfin, que la lumière électrique ne chauffe pas; qu'elle n'est, sous la réserve de certaines précautions, ni une cause, ni un aliment pour l'incendie et que, pour ce dernier motif seul, son emploi semble s'imposer pour l'éclairage des théâtres.

En France, l'usage du gaz d'éclairage est proscrit des édifices classés parmi les monuments historiques, ou tout au moins des salles ornées de peintures décoratives artistiques.

VENTILATION

L'air pur est absolument nécessaire à la bonne hygiène ; or, lorsqu'une réunion nombreuse se trouve enfermée dans un espace clos et non ventilé, l'air se vicie et des accidents de malaise, d'asphyxie et même d'empoisonnement peuvent se produire. La ventilation est indispensable à la salubrité d'un local habité, tant pour entretenir la qualité de l'air que pour maintenir une température modérée.

Avant d'aborder les diverses questions relatives à la ventilation des lieux habités, nous allons rappeler la composition de l'air et étudier les principales causes qui peuvent l'altérer.

Digitized by Google

COMPOSITION DE L'AIR ET CAUSES QUI PEUVENT L'ALTÉRER

L'atmosphère est un mélange contenant pour cent parties, 21 d'oxygène et 79 d'azote, puis 2 à 6 dix-millièmes d'acide carbonique et de la vapeur d'eau en quantité variable. On y rencontre aussi, mais en quantités infiniment petites, de l'acide sulfhydrique, de l'ammoniaque, de l'acide azotique, du chlore, de l'acide sulfurique, etc., etc., et en suspension, des poussières de substances diverses, d'origine minérale ou organique, enlevées par le vent à la surface terrestre.

Les atmosphères des mers, des glaciers sont plus pures que celles des campagnes et ces dernières plus pures que celles des villes.

Les causes qui peuvent altérer l'air sont :

1° — La respiration de tous les êtres organisés,

2° — Les transpirations pulmonaires et cutanées,

3° — Les lumières artificielles,

4° — L'élévation de température due aux lumières artificielles et à l'agglomération des personnes,

5° — Les émanations particulières à certaines industries de produits chimiques et enfin,

6° — Des causes accidentelles des plus variables.

Nous ne nous occuperons pas de ces deux dernières séries de causes pour lesquelles les remèdes peuvent varier avec chaque cas particulier ; mais nous dirons cependant que, pour ces divers cas, une ventilation énergique sera toujours une des bases essentielles du système à appliquer pour l'assainissement de l'air vicié.

(1 *et* 2) RESPIRATIONS ET TRANSPIRATIONS PULMONAIRES ET CUTANÉES

La respiration est une fonction organique qui a pour but d'opérer, par l'action de l'air, la transformation du sang veineux en sang artériel ; de cette transformation, il résulte l'absorption d'une certaine quantité d'oxygène et l'exhalaison d'une quantité à peu près équivalente d'acide carbonique. En outre, tandis que l'air pur aspiré contient une proportion variable de vapeur d'eau, celui exhalé en contient une quantité plus grande et constante, attendu qu'il est toujours

Digitized by Google

saturé et à 37°. Enfin, dans l'air provenant de l'expiration, on trouve une matière floconneuse, odorante, putrescible et renfermant de l'azote (1).

En résumé, dans le phénomène de l'expiration, l'homme produit en moyenne, par heure, 45 grammes d'acide carbonique, 50 grammes de vapeur d'eau et des matières organiques azotées, assez mal définies, lesquelles, bien qu'étant en quantité inappréciable, jouent cependant le rôle principal dans la viciation de l'air. C'est ainsi qu'on a constaté qu'un animal meurt dans une enceinte fermée dans laquelle a déjà vécu un autre animal, alors même qu'on a rétabli la proportion d'oxygène.

Quoi qu'il en soit, s'il est difficile de doser ces matières organiques, l'expérience a appris que la quantité en est sensiblement proportionnelle à celle de l'acide carbonique produit et que, d'autre part, l'air vicié par la respiration commence à provoquer des malaises, dès que la proportion d'acide carbonique dépasse 0^{c},0005, alors bien que cette proportion soit encore loin d'atteindre celle qui rendrait l'air irrespirable par le seul fait de la présence de l'acide carbonique.

DE L'AIR CONFINÉ

On doit à M. Leblanc (2) un travail complet sur l'air confiné; nous en extrayons les passages suivants :

1° — « La proportion d'acide carbonique, dans les lieux habités et fermés, croît avec le degré d'insalubrité, et peut en fournir pour ainsi dire la mesure. Lorsque cette proportion atteint un pour cent par les effets de la respiration, le séjour des hommes dans une pareille atmosphère ne saurait se prolonger sans exciter bientôt une sensation de malaise prononcée; la ventilation devient indispensable, si l'on veut que la respiration retrouve ses conditions normales. Toutes choses égales d'ailleurs, il ne semble pas douteux que la seule présence de l'acide carbonique, à cette dose, dans les lieux fermés, puisse exercer une influence sensible sur l'organisme, surtout si cette action se prolonge pendant quelque temps. »

2° — « Les expériences (3) de ventilation faites sous la direction

(1) Découverte de Thénard et Dupuytren au commencement de ce siècle.
(2) Ex-professeur de chimie à l'Ecole Centrale.
(3) A l'Ecole centrale et à la Chambre des députés.

Digitized by Google

de M. Peclet (1), et indépendantes de toute idée théorique préconçue, assignent le nombre de 6 à 10 mètres cubes pour la ration d'air à fournir à un homme par heure, si l'on veut maintenir sa respiration dans les conditions accoutumées (2). C'est là le résultat de nombreux tâtonnements, les assistants de l'enceinte ventilée étant eux-mêmes établis juges du manque ou de l'excès d'air sous l'influence de dosages variables. »

« Avec un système de ventilation basé sur une ration d'air de 10 à 20 mètres cubes par heure et par homme, l'air écoulé de l'enceinte peut encore présenter des proportions d'acide carbonique comprises entre 2 et 4 millièmes. Tel est le cas de la Chambre des députés. »

3° — « La pureté de l'air dans une enceinte ventilée peut ne pas dépendre uniquement de la quantité qui afflue dans un temps donné; le mode d'accès et de sortie de l'air, par conséquent sa distribution doit avoir une influence sur son état chimique. Le système de ventilation conçu sur les bases les plus larges, et qui opérerait la purification la plus complète, est celui où l'air expiré serait entraîné par un mouvement ascensionnel qui lui interdirait tout retour vers la zone de respiration. Tel paraît être le principe qui a guidé les constructeurs anglais dans les dispositions propres à assurer une ventilation efficace à la Chambre des communes de la Grande-Bretagne ; les orifices d'accès et de sortie de l'air ont été bien plus multipliés qu'ils ne le sont dans nos salles ventilées. »

4° — « Il est important de s'assurer de la nature de l'air destiné à la ventilation pour ne pas s'exposer à faire usage d'un air déjà impur. »

5° — En pratique la distribution d'air frais ne se fait pas d'une façon régulière et égale dans toutes les parties de l'enceinte ; d'autre part, il se produit des retours de gaz expiré, vers la zone de respiration d'où ils émanent. Il n'est pas rare, surtout pendant l'été, qu'une ventilation de 18 mètres cubes soit trouvée insuffisante ; aussi, dans toutes les installations, il est bon de prévoir des dispositions

(1) Physicien bien connu par ses remarquables travaux sur la chaleur ; a professé pendant de longues années le cours de physique industrielle à l'Ecole centrale.

(2) Cette quantité de six mètres cubes est aussi le volume d'air nécessaire pour maintenir à l'état de vapeur la totalité de l'eau produite par les transpirations pulmonaire et cutanée dans le même temps.

Digitized by Google

permettant un renouvellement de l'air supérieur à 20 mètres cubes par personne et par heure.

6° — « Lorsqu'il s'agit d'enceintes habitées et dépourvues d'appareil de ventilation ou de cheminée, l'expérience prouve qu'il ne faut pas compter sur un renouvellement très efficace de l'air à la faveur des jointures des portes et fenêtres..... Lorsqu'une enceinte fermée ne devra pas être ventilée, il conviendra d'en déterminer la capacité à raison de six mètres cubes par personne et par heure.»

7° — « Beaucoup de dortoirs et même de salles d'hôpitaux sont loin malheureusement d'offrir cette capacité ; aussi toutes les fois que les circonstances s'opposent à l'établissement de constructions suffisamment vastes, il est indispensable, dans l'intérêt de la salubrité, de recourir à des appareils de ventilation, pour maintenir à l'air ainsi confiné un état de pureté convenable. »

8° — « Pour une écurie close, il convient de fixer à 18 ou 20 mètres cubes la ration d'air à fournir par heure et par cheval, l'expérience ayant établi que, dans l'acte de la respiration, le cheval produit trois fois plus d'acide carbonique que l'homme; ce chiffre se déduit également du rapport des capacités pulmonaires (1). On ne saurait trop insister sur l'importance du renouvellement de l'air dans les écuries, puisque l'opinion accréditée, parmi les médecins vétérinaires les plus distingués, attribue le développement de la morve chez les chevaux, à leur séjour dans des écuries de faible capacité, humides, et où l'air extérieur a peu d'accès. Ces considérations acquièrent une nouvelle gravité en présence des funestes exemples de la transmission de la morve du cheval à l'homme. »

9° — « On ne peut arriver à doser les matières miasmatiques contenues dans un air confiné. »

10° — « Les analyses d'atmosphères artificielles tendent à établir que la dose d'acide carbonique pur qu'un homme pourrait supporter sans succomber immédiatement est assez considérable à en juger par les effets observés sur les animaux ; la vie d'un chien peut se prolonger quelques instants dans un atmosphère contenant 30 pour cent d'acide carbonique et 70 pour cent d'air ordinaire, le gaz renfermant par conséquent encore 16 pour cent d'oxygène. »

11° — « La résistance à l'asphyxie sous l'influence de cette

(1) M. Chevreul.

Digitized by Google

cause, est d'autant moindre que la température de l'animal est plus élevée. »

12° — « Dans une atmosphère contenant 5 à 6 pour cent d'acide carbonique produit par les effets de la respiration ou de la combustion, la flamme d'une bougie s'éteint ; la vie peut continuer, mais la respiration est pénible et les animaux à sang chaud sont déjà en proie à un malaise profond. »

13° — « ..... L'expérience et le raisonnement s'accordent pour prouver que nos organes peuvent être influencés par une proportion d'acide carbonique inférieure à un centième. »

14° — « ..... Une atmosphère amenée à contenir 3 ou 4 pour cent d'acide carbonique, par la combustion du charbon, est mortelle pour un chien de forte taille, tandis que, pour produire le même effet, il ne faut pas moins de 30 ou 40 pour cent d'acide carbonique pur. L'énergie toxique de cette atmosphère doit être attribuée à la présence de l'oxyde de carbone qui, répandu seul dans l'air à la dose de 1 pour cent, constitue une atmosphère presque immédiatement mortelle pour les animaux à sang chaud. »

En résumé, ainsi qu'on vient de le voir, dans la pratique, pour conserver un degré de pureté convenable à un air confiné, vicié par la respiration de l'homme, il faut, même avec une ventilation bien aménagée, renouveler cet air à raison de 20 mètres cubes à l'heure et par personne. Ce cube est également suffisant pour enlever en même temps les excédents de vapeur d'eau produite par les respirations pulmonaire et cutanée.

INFLUENCE DES PLANTES

Les plantes exercent également une influence sur la qualité de l'air ; leurs parties vertes absorbent l'acide carbonique et exhalent une quantité à peu près correspondante d'oxygène ; les fleurs, au contraire, ont une respiration analogue à celle de l'homme et, dans tous les cas, dégagent souvent des parfums susceptibles de provoquer des malaises et même des empoisonnements. On peut donc admettre à l'intérieur de l'habitation les plantes vertes d'ornement et on doit exclure des pièces non ventilées et particulièrement des chambres à coucher, les plantes en fleurs, surtout lorsque celles-ci exhalent un parfum pénétrant.

Digitized by Google

LUMIÈRES ARTIFICIELLES

Les lumières artificielles sont des causes de viciation de l'air, parce que les combustions qui les produisent entraînent, comme dans le phénomène de la respiration animale, l'absorption d'une certaine quantité d'oxygène de l'air et son remplacement par une quantité correspondante d'acide carbonique et parfois d'autres gaz plus dangereux. A ce point de vue, on a reconnu, par l'expérience, qu'une bougie équivaut à peu près à une personne, une lampe ordinaire à quatre personnes et un bec de gaz, brûlant de 100 à 125 litres à l'heure, à cinq personnes.

Outre cette altération, la respiration des êtres animés ainsi que la combustion dans les appareils d'éclairage produisent, dans une atmosphère confinée, un dégagement de chaleur assez notable pour qu'on soit obligé d'en tenir compte, si l'on ne veut pas que la température s'élève au delà d'une certaine limite.

Voici, à cet égard, quelques chiffres qui permettent d'apprécier cette influence: le corps humain (1) produit environ 90 calories par heure, une bougie 100, une lampe ordinaire 400 et un bec d'éclairage 500. Il faut environ 100 calories pour élever de 1 degré la température de 300 mètres cubes d'air; enfin, bien qu'il soit assez difficile de fixer d'une façon absolue la température la plus convenable à la vie de l'homme, il est généralement admis que l'on doit adopter celle de 12° à 13° pour un atelier de travail manuel ainsi que pour les chambres à coucher, de 15° à 16° pour un bureau, une salle à manger, de 17° à 18° pour un hôpital et de 19° à 20° pour un théâtre, un amphithéâtre ou un salon de réception.

CUBES D'AIR

Pour obvier aux différentes causes qui altèrent et la composition

(1) La température du corps humain est constante et égale à 37 degrés centigrades ; les aliments produisent de la chaleur dans l'acte de la respiration et la quantité de carbone ainsi brûlée par jour et par homme est, suivant l'Ecole de médecine de Paris, de 264 grammes produisant 2,102 calories. Or la quantité de chaleur nécessaire pour maintenir la santé et la température du corps à 37 degrés est de 625 calories ; il reste donc disponible 1,477 calories. Cette chaleur est employée à élever la température des boissons que nous prenons, à en transformer une partie en vapeur, à produire du travail et enfin à élever la température des corps qui nous environnent

Digitized by Google

et la température de l'air, l'expérience a appris qu'il faut, en pratique, dans les conditions ordinaires, pour obtenir une bonne solution au point de vue hygiénique, un cube d'air de 50 mètres, par heure et par personne.

Le général Morin, en se basant sur cette donnée, a trouvé que, si l'on désigne par E l'espace cubique attribué à chaque homme et V le volume d'air à fournir par heure et par individu,

pour des valeur de E égales à

10 — 12 — 16 — 20 — 30 — 40 — 50 — 60

les valeurs de V correspondantes sont respectivement

90 — 88 — 84 — 80 — 70 — 60 — 50 — 40

Dans les casernes françaises l'espace attribué à chaque homme dans la chambrée est de 12 mètres cubes et le volume d'air renouvelé de 20 à 40, ce qui est loin de la quantité indiquée plus haut.

Dans les casernes anglaises l'espace attribué à chaque homme est d'environ 17 mètres cubes et le volume d'air renouvelé est fixé à 85 mètres cubes, chiffres se rapprochant de ceux portés au tableau ci-dessus.

D'après les règlements ministériels, dans les dortoirs des lycées, l'espace fixe est de 22 à 26 mètres et le renouvellement d'au moins 80 mètres cubes.

Dans les hôpitaux récents on alloue un espace de 50 mètres cubes par lit et, pour tenir compte des émanations plus abondantes, le volume d'air renouvelé est fixé à un minimum de 60 mètres cubes à l'heure et par personne; cette dernière quantité est portée à 130 et même à 150 mètres cubes dans les salles d'opérations.

MODES DE VENTILATION

Des considérations précédentes il résulte donc la nécessité de renouveler l'air des lieux habités, dans une certaine mesure dépendant de leur capacité, du nombre d'habitants, du genre d'occupation ou de vie de ceux-ci, du nombre et de l'importance des appareils d'éclairage, etc., etc.

On donne le nom général de *ventilation* aux moyens à l'aide desquels on arrive à remplir ce but et l'on peut dire que le problème de la ventilation consiste à calculer le volume d'air pur à introduire

Digitized by Google

dans un temps donné suivant les causes d'altération de l'air, à déterminer la quantité de chaleur à produire en plus ou en moins, pour maintenir la température à un degré convenable et enfin à trouver les moyens et appareils les plus sûrs et les moins coûteux pour réaliser le programme ainsi fixé.

La ventilation est obtenue naturellement ou artificiellement.

Quel que soit le système employé, l'air doit être puisé dans un lieu éloigné de toute émanation insalubre, rafraîchi en été, et en hiver préalablement chauffé et saturé d'une humidité suffisante.

Ajoutons en outre que, l'air chaud tendant à monter, il y a lieu le plus souvent d'établir les orifices d'évacuation en bas en hiver et en haut en été ; de plus, afin d'assurer une ventilation uniforme dans toutes les parties d'une pièce, il faut multiplier autant que possible les orifices d'arrivée d'air pur ainsi que ceux d'évacuation d'air vicié.

VENTILATION NATURELLE

On appelle ventilation naturelle celle qui se fait par les orifices servant à d'autres usages, fenêtres, portes, cheminées, etc.

Dans les maisons d'habitation, les portes et fenêtres ne ferment jamais hermétiquement ; aussi, même lorsque tout est fermé, l'aération peut se faire d'une façon suffisante dans les conditions ordinaires. On a reconnu, par l'expérience que, dans une chambre de dimension moyenne, de 60 à 70 mètres cubes de capacité, munie d'une seule fenêtre, le renouvellement de l'air était d'environ moitié par heure.

Il est évident, toutefois, qu'on ne saurait se contenter de cette aération, attendu qu'elle ne se produit pas d'une façon uniforme dans toute la pièce ; il faut toujours, au moins une fois par jour, surtout par le beau temps et le soleil, ouvrir les fenêtres au grand large, afin de renouveler d'une façon convenable l'air d'un appartement ; cette mesure est indispensable surtout pour les chambres à coucher(1).

Avec une fenêtre ouverte on peut en moyenne renouveler 40 à 50 fois par heure l'air d'une pièce de dimension moyenne.

Malheureusement cette aération si simple a parfois des inconvé-

(1) Aussi on doit proscrire, d'une façon absolue, l'usage de ces réduits sombres, de dimensions restreintes et sans ouverture directe à l'extérieur, en tant que chambre à coucher.

Digitized by Google

nients ; elle donne lieu à des courants d'air et à des variations brusques de température.

D'ailleurs, s'il s'agit de grandes pièces devant recevoir, pendant un certain temps, une agglomération d'individus, telles que salles d'école, dortoirs, chambrées de caserne, amphitéâtres, salles de réception, salles de théâtre, salles d'hôpitaux, etc., etc., la ventilation naturelle est insuffisante; il faut recourir à des moyens artificiels pour entretenir l'air dans un état de pureté convenable. Ces moyens doivent même présenter une certaine énergie surtout lorsqu'à la respiration viennent se joindre d'autres causes viciant l'air, telles que la lumière d'éclairage, les miasmes produits par certaines maladies, etc., etc.

VENTILATION ARTIFICIELLE

On distingue deux modes de ventilation artificielle :

la ventilation par appel et
la ventilation par insufflation.

Nous allons exposer ces divers modes en nous appliquant à faire ressortir plutôt les principes à observer au point de vue hygiénique qu'à donner une exposition détaillée des procédés et appareils employés, pour lesquels nous renvoyons les lecteurs aux ouvrages spéciaux.

A ce que nous avons déjà dit sur les orifices d'arrivée et d'évacuation d'air nous devons ajouter au sujet de la ventilation artificielle que : — 1° les orifices d'arrivée d'air pur doivent être disposés le plus loin possible de ceux d'évacuation et ces derniers le plus près possible des points à aérer ; 2° les orifices d'entrée et de sortie doivent être suffisamment larges et multipliés pour éviter tout courant sensible ; enfin, 3° la ventilation doit autant que possible être renversée, c'est-à-dire, contraire au mouvement naturel de l'air. Grâce à cet ensemble de dispositions on arrive à obtenir plus facilement le départ complet de l'air vicié et en même temps l'uniformité de la température dans toutes les parties des lieux ventilés.

VENTILATION PAR APPEL

La ventilation par appel consiste à extraire, au moyen de l'aspi-

Digitized by Google

ration, l'air vicié d'une enceinte habitée et à déterminer ainsi dans celle-ci un appel d'air pur qui vient remplacer l'air vicié au fur et à mesure que ce dernier est appelé au dehors. Cette opération peut être produite soit par l'action d'un foyer, soit par celui d'un ventilateur.

La venlilation par appel est la plus naturelle des deux modes de ventilation artificielle ; elle se combine ordinairement avec les appareils de chauffage.

La plus simple consiste dans l'emploi d'une ou plusieurs gaînes d'air par pièce, appliquées contre ou ménagées à l'intérieur des murs, présentant une section proportionnée à la capacité de ladite pièce et surmontées au-dessus du toit d'un appareil destiné à favoriser le tirage. La section à donner à la gaîne est d'au moins trois décimètres carrés par cent mètres cubes de capacité de l'enceinte à aérer. Avec cette disposition employée pour les chambrées de caserne, pour les salles d'école, de café, etc., on arrive à renouveler l'air une fois par heure.

Cette ventilation a l'avantage d'être simple et de coûter peu d'établissement et d'entretien ; mais, par contre, elle fonctionne irrégulièrement et même pas du tout par les temps humides ; elle ne marche qu'à la faveur d'un excès de température de l'intérieur sur l'extérieur ; il faut donc assurer cet excès de température et pour cela, recourir le plus souvent à des sources de chaleur artificielle, telles que, cheminée, poêle, bec de gaz, etc., etc.

Les cheminées d'appartement sont, à ce point de vue, des appareils de ventilation énergique ; bien qu'il ne faille que 7 à 8 mètres cubes d'air au plus pour la combustion de un kilogramme même de coke ou de houille, il a été reconnu par expérience que :

1° — Pour une cheminée marchant au bois, le volume d'air appelé par le tirage correspond à 95 et jusqu'à 135 mètres cubes d'air par kilogramme de bois brûlé, et que,

2° — Pour une cheminée marchand à la houille, l'accès d'air varie de 180 à 300 mètres cubes par kilogramme de combustible consumé, suivant qu'on dépensait de 4k 5 à 2k 5 de houille à l'heure. Un fait important qui ressort de ces expériences, est que l'appel d'air est d'autant moins considérable qu'on brûle plus de combustible, dans les limites indiquées ci-dessus.

Les poêles, employés comme mode de chauffage, ne déterminent

Digitized by Google

pas une ventilation suffisante dans les pièces chauffées ; en effet, la combustion s'y effectue en déterminant un appel d'air beaucoup moins important que celui des cheminées ; les orifices d'entrée et d'évacuation se trouvant réduits aux dimensions minimum, la masse d'air appelée ne dépasse guère celle strictement nécessaire à la combustion. On a reconnu expérimentalement qu'elle s'élève à environ 5 mètres cubes par kilogramme de bois brûlé, à 6 ou 7 mètres cubes par kilogramme de houille et à 10 ou 12 mètres cubes par kilogramme de coke.

Les poêles, au point de vue hygiénique, ont encore un autre inconvénient, celui de dessécher l'air.

Nos organes ont besoin de trouver, dans l'air que nous respirons, un certain degré d'humidité sans lequel les membranes muqueuses se dessèchent et sont excitées à une sécrétion fatigante ; or l'usage du poêle produit ce résultat. Il est vrai qu'on peut y remédier à l'aide d'un bassin rempli d'eau qui, par évaporation, redonne à l'air le degré d'humidité convenable ; il faut compter en moyenne un litre d'eau par 50 mètres de capacité et par jour.

Mais si l'usage du poêle, comme mode de chauffage, ne donne pas une ventilation assez grande de la pièce où il est employé, on peut néanmoins en tirer parti dans ce but. En effet, en plaçant le tuyau de fumée dans la gaîne d'appel servant à la ventilation, on détermine dans celle-ci une élévation de température et par suite un appel souvent assez énergique pour obtenir un renouvellement suffisant de l'air confiné. Ce système est adopté pour un grand nombre de salles d'école.

Lorsqu'au lieu de poêle on fait usage d'appareils de chauffage à eau chaude, on place, dans le même but, le réservoir supérieur d'eau chaude et les tuyaux qui dégagent la fumée, sous la cheminée générale d'appel d'air vicié.

Souvent aussi, pour assurer un appel énergique et constant, dans les cheminées d'évacuation d'air vicié, on est obligé de recourir à une source de chaleur spéciale. Cette source de chaleur consiste parfois en un simple bec de gaz placé à la base de la gaîne d'évacuation (cas des water-closets des gares de chemins de fer, des cafés, des restaurants, etc., etc.,) et lorsqu'il s'agit d'une ventilation importante, elle consiste alors en un véritable foyer dont les produits venant se rendre dans la cheminée d'appel y déterminent

Digitized by Google

un tirage et par suite un renouvellement d'air en rapport avec la section de la cheminée et la quantité de combustible brûlé.

On calcule la section de la cheminée d'après la hauteur qu'elle doit avoir, le volume V d'air à renouveler et l'excès de température T°—t° de l'air vicié sur l'air ambiant, puis, la quantité de combustible à brûler d'après le volume V et l'excès de température T°—t°; les dimensions du foyer se déduisent ensuite de la quantité et de la nature du combustible à brûler.

L'emploi d'une source de chaleur spéciale dans la ventilation par appel a pour avantage d'assurer le renouvellement d'air en dehors des époques de chauffage.

On arrive également au même résultat à l'aide d'un ventilateur agissant par appel et mû mécaniquement; ce dernier système, qui permet de varier l'intensité de la ventilation, a été appliqué à un grand nombre d'établissements publics.

VENTILATION PAR INSUFFLATION

Cette ventilation consiste à envoyer, au moyen d'appareils mécaniques, tels que ventilateurs, pompes, etc., etc., dans les emplacements clos à aérer, le volume d'air pur nécessaire; cet air pur remplace et chasse devant lui un égal volume d'air vicié, lequel sort par les issues ménagées à cet effet.

Ce mode présente les avantages suivants : il peut s'appliquer en toute saison et en dehors des moyens de chauffage; il peut varier d'intensité suivant les besoins; enfin, il permet d'aller chercher à distance l'air destiné à la ventilation et par conséquent donne le moyen de n'envoyer que de l'air parfaitement pur. C'est donc le plus parfait au point de vue hygiénique et par conséquent celui auquel on doit donner la préférence pour les hôpitaux.

Avant de donner quelques exemples des deux modes de ventilation, nous allons d'abord étudier la question de chauffage qu'on ne peut guère séparer de la précédente, lorsqu'il s'agit des applications.

DU CHAUFFAGE

TEMPÉRATURE CONVENABLE AU POINT DE VUE HYGIÉNIQUE

Une température trop élevée, comme une température trop basse,

Digitized by Google

peuvent nuire à la bonne hygiène de l'homme. Ainsi que nous l'avons déjà dit, au sujet de la ventilation, il est assez difficile de fixer d'une façon absolue la température la plus convenable à la vie humaine. Toutefois, pour nos climats, il est généralement admis que l'on doit adopter celle de 12 à 13 degrés pour un atelier de travail manuel, une chambre à coucher; de 14° à 16° pour une salle d'école, une salle à manger ou un bureau ; de 17° à 18° pour un hôpital ou une salle de réception et de 19° à 20° pour un théâtre.

Lorsque la température d'un air confiné se trouve trop élevée, soit par le fait de la saison, soit par le fait de l'agglomération des personnes, soit par le fait des lumières d'éclairage, ou même par celui de plusieurs de ces causes réunies, on a, pour remédier à cet excès de chaleur, recours à un des divers moyens de ventilation que nous venons d'étudier et sur lesquels nous ne reviendrons pas.

Peut-être, dans certains cas particuliers, trouvera-t-on l'occasion d'adjoindre au simple renouvellement de l'air, un refroidissement de ce dernier à l'aide d'appareils à production de froid, déjà très répandus dans l'industrie.

Dans les climats septentrionaux, à l'époque de la saison froide, il faut recourir aux moyens de chauffage pour entretenir dans les lieux habités une température convenable.

Avant de passer à l'étude des divers appareils de chauffage, nous allons procéder à un examen sommaire des principaux combustibles employés.

COMBUSTIBLES

Bois. — Le bois est le combustible le plus anciennement connu. Il contient du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène, des sels, alcalins pour la plupart, et de l'eau sous deux états : à l'état de constitution et à l'état hygroscopique. Cette dernière entre dans la proportion de 50 0/0 dans le bois vert et se réduit à 30 0/0, après une année d'exposition à l'air libre.

Le commerce divise les bois de chauffage en bois durs et en bois tendres. Dans la première catégorie se trouvent le chêne, le hêtre, le frêne, l'orme ; dans la seconde, le sapin, l'érable, le peuplier, le bouleau.

Ces deux variétés de bois de chauffage présentent à peu près la

Digitized by Google

même composition et ne diffèrent que par leur mode de combustion. Les bois tendres se fendent facilement, brûlent avec une longue flamme, le feu se maintient peu et ne dure presque pas. Les bois durs se fendent moins bien, brûlent avec peu de flamme, donnent un charbon qui est dur et une température plus élevée.

Le poids du bois de chauffage varie entre 350 et 400 kilogrammes au stère; sa puissance calorifique est d'environ 2650 calories.

Tannée, Tourbe. — Leur composition est à peu près la même que celle du bois de chauffage, mais ils contiennent une plus forte proportion de substances minérales non combustibles.

Combustibles minéraux. — On fait rentrer dans cette catégorie les lignites, les houilles et les anthracites; ces combustibles ont une origine végétale analogue à celle de la tourbe, mais sont d'une époque plus ancienne et remontent aux premières formations géologiques.

Leur composition, tout en présentant d'assez grandes variations, est analogue à celle du bois et leur puissance calorifique, comprise entre 6500 et 8400, est, sauf quelques exceptions, d'autant plus grande que leur formation est plus ancienne.

Voici un tableau de la composition moyenne de ces combustibles, après enlèvement des cendres, ainsi que leurs puissances calorifiques moyennes.

	Bois ligneux	Tourbe	Lignite ligneux	Lignite parfait	Houille maigre Longue flamme	Houille à gaz	Houille maréchale	Houille demi-grasse	Houille maigre courte flamme	Anthracite
Carbone	52,00	60,00	66,00	74,00	78,00	85,00	87,00	89,00	92,00	94,00
Hydrogène	6,00	5,90	5,4	5,1	5,3	5,7	5,0	4,5	4,00	3,00
Oxygène et azote . .	42,00	34,10	28,6	29,9	16,7	9,3	8,00	6.5	4,00	3,00
Hydrogène libre . .	1,00	1,7	1,9	2,7	3,2	4,5	4.0	3,7	3.5	2,6
Puissance calorifique	4000	3700	6000	7000	7600	8200	8000	8000	8000	8000

Lignite ligneux. — Ce combustible de formation moderne se rapproche de la tourbe, brûle comme elle, répand une mauvaise odeur et sa fumée détruit les tuyaux en tôle.

Le lignite parfait a l'aspect de la houille, brûle bien, avec une

Digitized by Google

flamme longue et blanche, mais la fumée a encore l'odeur empyreumatique.

Les houilles maigres à longue flamme sont les plus oxigénées ; elles brûlent avec une flamme longue et blanche et donnent un coke très léger.

La houille à gaz est la plus riche en hydrogène ; c'est pour cette raison qu'elle convient le mieux à la fabrication du gaz d'éclairage.

Les houilles grasses maréchales s'agglutinent au feu, propriété favorable au travail des forges ; leur flamme est longue et fuligineuse.

Les houilles demi-grasses brûlent avec une flamme blanche, donnent peu de fumée, sont peu collantes ; elles conviennent très bien pour les grilles mais non pour la fabrication du gaz ou du coke.

Les houilles maigres à courte flamme sont difficiles à brûler, donnent une flamme courte, blanche et puis bleue.

Les anthracites sont des houilles maigres, très difficiles à brûler, dont la combustion ne s'opère bien qu'en masse et sous l'influence d'un tirage très énergique.

Le poids de la houille varie de 75 à 88 kilogrammes l'hectolitre ; ce sont les houilles les plus anthraciteuses qui sont les plus lourdes.

Les houilles retiennent peu d'eau hygroscopique, environ 2 à 3 0/0.

A l'air, quelques-unes, celles à gaz, perdent une partie de leur gaz ; d'autres absordent l'oxygène de l'air avec un dégagement de chaleur tel que le feu y peut prendre.

Coke. — On obtient le coke par la carbonisation ou la distillation de la houille. Il y a un grand intérêt à avoir du coke débarrassé le plus possible de matières étrangères qui donnent lieu à des cendres lesquelles sont fort nuisibles à la combustion.

Le coke mouillé peut contenir jusqu'à 50 0/0 d'eau hygroscopique qu'il abandonne d'ailleurs facilement à l'air pour n'en conserver que 5 0/0.

Le coke des fours pèse 40 kilogrammes l'hectolitre ; celui des fours à gaz n'en pèse que 30. Ce dernier brûle plus facilement et peut servir dans les foyers ordinaires ; sa puissance calorifique varie de 6,800 à 7,900 suivant la proportion de cendre.

Gaz d'éclairage. — L'emploi du gaz d'éclairage comme combustible tend de plus en plus à se généraliser ; il présente le grand avantage d'en limiter l'usage au temps strictement nécessaire et de pouvoir régler rapidement l'intensité du feu. Aussi, bien que ce

Digitized by Google

combustible soit le plus cher de tous, on réalise en l'employant, dans certaines circonstances, une véritable économie, par la suppression de perte de temps et de combustible.

Sa puissance calorifique est de 10,100 environ et son prix de revient comme chauffage est au moins dix fois plus élevé que celui de la houille, dans les cas ordinaires.

APPAREILS DE CHAUFFAGE

On chauffe les lieux habités à l'aide de braseros, de cheminées, de poêles ou de calorifères.

BRASEROS

Le brasero est un vase ou une grille, où l'on brûle à l'air libre, au milieu du local dont il s'agit de chauffer l'air, un combustible ne dégageant pas de fumée, tel que du charbon de bois, de la braise ou du coke. Ce mode de chauffage, encore très répandu en Espagne, est évidemment défectueux au point de vue hygiénique, puisqu'il donne lieu à une production d'acide carbonique et d'oxyde de carbone qui se mélangent à l'air du local chauffé. Il est cependant employé, sans trop d'inconvénient, dans les pays chauds où les habitations moins bien fermées, vu la douceur du climat, permettent un renouvellement d'air suffisant. Il l'est aussi, sans inconvénient et pour le même motif, dans beaucoup d'ateliers de construction de nos pays, qu'il serait difficile de chauffer autrement, surtout d'une façon aussi économique.

CHEMINÉES — BRASERO AU COKE

Les cheminées sont un des appareils de chauffage le plus répandu et aussi un des plus anciens ; il en reste des spécimens remontant au XIIe siècle. De cette époque jusqu'au XIVe siècle, elles présentent des dimensions relativement restreintes et une décoration des plus simples ; mais à partir du XIVe siècle, les proportions deviennent énormes et l'ornementation des plus riches. Quoi qu'il en soit, pendant longtemps, ce furent des appareils primitifs, au point de vue du chauffage et fonctionnant d'une façon qui laissait fort à désirer. Ce

Digitized by Google

n'est guère que vers la fin du XVIIIe siècle qu'une transformation complète se produisit et qu'on en vint à réduire les dimensions à celles adoptées aujourd'hui. Les principaux perfectionnements furent apportés par Rumford en 1796 et par l'Homond en 1823 ; les cheminées ordinaires actuelles de nos appartements, avec châssis à rideaux en tôle, sont dites à la L'Homond.

Voici les dimensions courantes usitées aujourd'hui: profondeur 0^m45 à 0^m50 comptés à partir du devant des jambages, largeur au fond 0^m50, largeur en avant 0^m60 à 0^m65 ; cette augmentation est obtenue par l'inclinaison, sur la face du fond ou contre-cœur, des faces latérales lesquelles sont en outre verticales et ont 0^m20 à 0^m35 de largeur.

La communication du foyer avec le conduit de fumée ne doit avoir que 0^m12 à 0^m15 de largeur de manière à réduire à $0^{m2}05$ la section de cet orifice. Cet étranglement a pour effet d'augmenter la vitesse des gaz au départ du foyer et par suite de faciliter le tirage.

On donne aux conduits de fumée une section de trois à quatre décimètres carrés pour les cheminées ordinaires et de quatre à huit pour celles des cuisines ou des grandes salles de réception.

Chaque cheminée doit avoir un conduit de fumée indépendant; la hauteur de celui-ci doit être au moins de dix mètres, même pour les cheminées de l'étage supérieur ; enfin, la partie supérieure doit se terminer par un rétrécissement sous forme de poterie, présentant la même utilité pour le tirage (1) que le rétrécissement à la base, et de plus atteindre, au moins comme hauteur, le faîtage du toit de la maison.

Au point de vue de l'utilisation du combustible les cheminées sont de mauvais appareils, car elles ne rendent que 0,06 à 0,07 de la chaleur totale développée avec le bois et 0,13 avec la houille ou le coke.

Un des principaux motifs de cette faible utilisation provient de ce que les cheminées absorbent un volume d'air beaucoup plus considérable que celui strictement nécessaire à la combustion (de 20 à 40 fois). L'ouverture de la cheminée livrant un libre passage à l'air, la majeure partie de celui-ci passe à une certaine distance du combustible et se rend au conduit de fumée sans avoir contribué à la com-

(1) Plus la vitesse du gaz à la sortie est grande, moins l'action nuisible des vents sur le tirage se fait sentir.

Digitized by Google

bustion, dont il a absorbé cependant une grande partie du calorique.

Cet air, ainsi que les gaz provenant de la combustion, entraînent donc, au-dessus de la maison par le conduit de fumée, la presque totalité de la chaleur produite, ce qui motivait cette spirituelle critique due à M. Peclet : que la place la plus chaude d'une habitation chauffée à l'aide de cheminées, se trouvait sur les toits de la maison.

Les cheminées ont en outre l'inconvénient d'être une cause d'incendie soit par les foyers mêmes soit par leurs conduits de fumée.

Par contre, elles sont d'un usage agréable, elles donnent de la gaîté à un appartement et sont de plus d'excellents appareils de ventilation (1), ainsi que nous l'avons déjà dit. Aussi les cheminées conviennent-elles pour les cuisines, les pièces à réception, les chambres à coucher et les salles d'hôpitaux.

Ces appareils de chauffage donnant lieu à des déplacements d'air considérables pouvant atteindre jusqu'à 300 mètres cubes à l'heure, ils provoquent, au niveau du parquet, des courants d'air froid désagréables provenant des portes et fenêtres mal closes. Si au contraire les joints de ces ouvertures ne sont pas suffisants, pour laisser passer la quantité d'air nécessaire, un contre-courant se produit dans le conduit de fumée et ramène une partie de celle-ci dans la pièce.

CHEMINÉES AVEC PRISES D'AIR ET APPAREILS

On est arrivé à faire disparaître ce dernier inconvénient en améliorant en même temps la cheminée en tant qu'appareil de chauffage. Le procédé consiste à établir une prise d'air puisant, au dehors de la pièce, l'air nécessaire à la combustion et l'amenant à l'intérieur au moyen d'une gaîne logée dans l'épaisseur du plancher ; l'appel a lieu par le fait de la cheminée.

La gaîne doit présenter une section aussi grande que possible, presque égale à celle du conduit de fumée, pour supprimer tout appel par les joints des ouvertures.

La prise, autant que faire se peut, est placée à l'extérieur pour n'anemer que de l'air pur à l'intérieur de l'habitation ; quant au débouché de la gaîne, il peut être de différentes façons. On peut

(1) Pour ces deux derniers motifs, beaucoup de médecins en recommandent l'emploi dans les salles d'hôpitaux indépendamment de tout autre moyen de chauffage.

Digitized by Google

se contenter d'amener l'air soit en dessus, soit en dessous du foyer ou le faire circuler autour du foyer dans un appareil spécial où il se chauffe et le faire déverser ensuite dans la pièce, par deux sorties, dites bouches de chaleur, placées sur les côtés de la cheminée.

La seconde disposition est évidemment de beaucoup la préférable, tant au point de vue du chauffage que de la bonne installation.

Pour que les bouches de chaleur fonctionnent bien, il faut que les sections réunies soient plus grandes de moitié que la section de la gaîne d'amenée d'air froid, afin que l'air chaud se dégage par les bouches avec une faible vitesse.

Parmi les appareils employés à chauffer l'air amené par la prise, un des plus simples et des plus répandus est l'appareil Fondet; l'air arrivant de l'extérieur passe dans des tuyaux en fonte, autour desquels circule la flamme du foyer, s'y chauffe et vient ensuite se répandre dans la salle par des bouches de chaleur placées latéralement sur les jambages de la cheminée.

Les appareils Peclet, Cordier, Joly et beaucoup d'autres sont fondés sur le même principe.

Nous en donnerons les dessins dans la cinquième partie de notre travail.

CHEMINÉES PRUSSIENNES

Ce sont des cheminées à petits foyers, isolées et tenant le milieu entre les cheminées ordinaires et les poêles tant au point de vue du chauffage que de la ventilation.

POÊLES

Le poêle ordinaire a pour principe essentiel l'échauffement direct de la masse d'air au milieu de laquelle il est placé. Il se compose d'un foyer où la combustion s'opère à l'intérieur d'une enveloppe, au contact de laquelle l'air ambiant absorbe le calorique dégagé par le combustible. Son usage paraît remonter au commencement du XVIe siècle et avoir pris naissance en Allemagne. C'est un appareil de chauffage simple et économique, dont le rendement en calorique utilisé est très considérable; aussi son emploi pour les usages domestiques ordinaires est-il très répandu.

Digitized by Google

Les poêles varient à l'infini quant à leur mode de construction, leurs formes et leurs dispositions.

On en fait qui sont entièrement en fonte, d'autres en terre réfractaire et produits céramiques vernissés.

Les premiers, d'une construction simple et économique, s'échauffent vite, transmettent rapidement la chaleur, mais ont le grave inconvénient d'être éminemment insalubres. Leur enveloppe, près du foyer, pouvant être portée au rouge, il en résulte une combustion plus ou moins complète des matières organiques en suspension dans l'air qui vient lécher les parois et par suite la production d'une odeur forte, désagréable, malsaine et d'une certaine quantité d'oxyde de carbone, gaz essentiellement toxique, provenant de cette combustion incomplète.

L'expérience a établi en outre que de l'oxyde de carbone peut aussi provenir du foyer même, dont il a pu traverser les parois métalliques, à la faveur de l'élévation de température à laquelle elles se trouvent portées.

Dans la plupart des poêles en fonte employés aujourd'hui on atténue cet inconvénient par divers moyens.

Pour les uns, on adapte une deuxième enveloppe en fonte d'ornementation ajourée, vernissée ou émaillée, qui s'oppose en partie au contact immédiat du courant d'air avec les parois extérieures du foyer.

Pour d'autres M. Gurner, constructeur, a eu l'heureuse idée de faire venir de fonte ou d'adapter à la surface extérieure un grand nombre de nervures verticales ; la surface en contact avec l'air étant considérable, les parois du foyer ne rougissent plus comme lorsqu'elles sont simples.

Une autre bonne disposition, produisant le même résultat, consiste à doubler le foyer intérieurement avec de la terre réfractaire.

D'autres progrès ont été apportés au point de vue des usages domestiques dans les formes, les dispositions de détails et l'ornementation, mais sans améliorer le rendement.

POÊLES EN TERRE CUITE ÉMAILLÉE

Ils conviennent très bien dans tous les cas où l'on a besoin d'avoir toute la journée une chaleur douce, régulière et économique ; aussi

Digitized by Google

sont-ils très répandus dans tous les pays du nord. Pour qu'ils soient avantageux comme mode de chauffage, il faut leur donner de grandes dimensions et y établir, pour la fumée, le circuit le plus long possible, afin que les produits de la combustion abandonnent à la masse la majeure partie de son calorique et n'en conservent à leur sortie que ce qui est nécessaire au tirage.

Afin d'obtenir, avec les poêles brûlant du bois, le chauffage le plus économique, il faut tout d'abord développer une combustion active et l'entretenir jusqu'à ce que le foyer soit rempli de braise ardente. Puis, à ce moment, couvrir cette dernière de cendre et ralentir le tirage en fermant le registre presque complètement et cela jusqu'au moment où il ne reste que juste la quantité de braise nécessaire pour faire flamber une nouvelle charge de combustible.

POÊLES AVEC ENVELOPPE ET CIRCULATION D'AIR

Ces poêles constituent d'abord une amélioration sensible au point de vue de la bonne utilisation du combustible; l'air s'échauffe en circulant entre le poêle proprement dit et son enveloppe et en suivant généralement une marche inverse de celle suivie dans l'appareil par les produits de la combustion.

Plusieurs types, dits à *alimentation continue*, présentent au-dessus du foyer un réservoir à combustible et n'ont besoin, par cela même, d'être alimentés qu'une fois ou deux au plus dans la journée; ils sont économiques et d'un usage très commode.

Le poêle mobile à enveloppe présente, en outre, par sa mobilité un autre avantage; toutefois il ne faut pas exagérer la faculté qu'il a d'être mobile, car on doit bien se garder de le placer là où il pourrait nuire au tirage des autres appareils de chauffage et surtout de le faire fonctionner, sans engager le petit tuyau d'évacuation des produits de la combustion dans un conduit de fumée où le tirage soit convenablement établi.

En général, il se comporte mal dans une pièce avoisinant immédiatement une autre chauffée à l'aide d'une cheminée; dans ce cas son usage peut être dangereux, car le plus souvent le courant se renverse dans l'appareil et la pièce est bientôt envahie par de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone.

Au point de vue hygiénique, les meilleurs types de poêles sont

Digitized by Google

ceux avec enveloppe et circulation d'air provenant de l'extérieur ; ce sont de véritables calorifères à air chaud installés dans la pièce même qu'il s'agit de chauffer.

Ils se composent généralement d'un foyer (1) formé par une cloche en fonte garnie intérieurement de terre réfractaire et d'une série, plus ou moins développée, de tuyaux surmontant la cloche et par où s'échappent les produits de la combustion (2). L'air, amené par des prises extérieures, circule entre ces parties métalliques et leur enveloppe formée de faïence ou de terre émaillée, puis, après s'être chauffé, se répand dans la salle par des bouches de chaleur disposées latéralement et en haut.

Les poêles céramiques Muller, étudiés dans cet ordre d'idées, sont très bien conçus; ils conviennent particulièrement pour le chauffage des grands bureaux et des salles à manger où la température doit toujours être un peu plus élevée que dans les autres pièces.

RENDEMENT CALORIFIQUE DES POÊLES

Voici le résumé d'expériences faites par le général Morin sur des poêles de constructions diverses et avec des combustibles différents.

	Rendement calorifique.
Poêle en faïence, chauffé au bois.	0,869
— en tôle chauffé à la houille.	0,900
— en fonte, système Gurney	0,901
— — — René Duvoir . . .	0,856
— — à flamme renversée. . . .	0,940
— — — avec ventilation. .	0,845
— en terre réfractaire, système Muller.	0,933

En résumé, comme on le voit par le tableau précédent et ainsi que nous l'avons déjà dit, le poêle est un appareil de chauffage économique puisque, construit dans de bonnes conditions, il permet d'utiliser 85 à 90 pour cent du calorique produit par le combustible, soit sept à huit fois le rendement obtenu avec les cheminées; mais par contre, il présente les inconvénients suivants :

1° — Les poêles, sauf ceux à enveloppe et prise d'air extérieure,

(1) La surface de la grille se fixe d'après la quantité maximum de combustible à brûler par heure à raison de un décimètre carré en moyenne par kilogramme de combustible et la quantité de combustible à brûler d'après la quantité de chaleur à produire.

(2) Dans la pratique on prend $1^{m}50$ à $2^{m}00$ de surface de chauffe par kilogramme de combustible à brûler par heure.

Digitized by Google

ne déterminent pas un renouvellement d'air suffisant dans les pièces chauffées. Ce renouvellement atteint au plus 8 mètres cubes par kilogramme de combustible brûlé, soit 40 fois moins qu'avec une cheminée. Il résulte en outre de ce déplacement si faible de l'air que la température s'élève assez vite dans la partie supérieure de la pièce et qu'elle reste toujours relativement froide à la partie inférieure. De telle sorte qu'on peut être exposé à avoir la tête dans les couches d'air chaud et les pieds dans la région froide, situation tout à fait contraire aux principes d'hygiène qui recommandent expressément d'avoir les pieds au chaud et la tête au froid.

2° Les poêles ont également l'inconvénient de dessécher l'air ; on peut, à la vérité, y remédier à l'aide d'un vase rempli d'eau et placé de façon à déterminer une évaporation d'au moins un litre par jour pour une pièce de capacité moyenne, soit de 80 mètres cubes.

3° Les poêles entièrement métalliques, sans enveloppe, répandent une mauvaise odeur et des gaz insalubres dans l'atmosphère ; aussi ces derniers doivent-ils être proscrits d'une façon absolue.

CHAUFFAGE PAR CALORIFÈRE

Lorsqu'on a à échauffer les intérieurs de grands édifices, les appareils à foyer rayonnant ne sont plus suffisants ; près des foyers la chaleur serait insupportable et loin d'eux, elle ne serait point assez forte. D'un autre côté, en augmentant le nombre des foyers, il y aurait surcroît de dépense et d'entretien et enfin aggravation des chances d'incendie.

De là, la nécessité de chauffer tout l'ensemble par des appareils présentant une seule source de chaleur que l'on distribue ensuite dans toutes les parties de l'édifice à l'aide d'une canalisation spéciale et au moyen d'un véhicule tel que l'air, l'eau ou la vapeur.

Ces appareils s'appellent des calorifères et, suivant le véhicule employé pour le transport de la chaleur, on a des calorifères à air chaud, à eau chaude ou à vapeur.

CALORIFÈRE A AIR CHAUD

Le calorifère à air chaud se compose essentiellement :

1° D'un foyer généralement logé dans une sorte de cloche en fonte prolongée à la partie supérieure par des tuyaux en fonte ou en tôle

Digitized by Google

dans lesquels les produits de la combustion circulent avant de se rendre au conduit d'évacuation ;

2° D'une enveloppe en tôle ou mieux, en matériaux mauvais conducteurs, tels que poterie ou maçonnerie, renfermant le foyer ainsi que les tuyaux de fumée et constituant une chambre dans laquelle l'air amené par une prise extérieure vient s'échauffer au contact des parois du foyer et des tuyaux de fumée ;

3° D'une ou plusieurs conduites d'air chaud distribuant celui-ci dans les diverses pièces à chauffer.

Emplacement. — L'air chaud tendant à s'élever, l'emplacement le plus convenable, pour un calorifère, est évidement en contre-bas des salles à chauffer, soit dans les sous-sols ou dans les caves. Il faut, de plus, le rapprocher, autant que possible, du centre du bâtiment afin d'avoir une répartition de chaleur plus uniforme dans les diverses parties de l'édifice.

Prise d'air. — Il est très important, au point de vue hygiénique, de bien choisir l'emplacement de la prise d'air ; on doit la disposer en un endroit tel que la pureté de l'air appelé ne puisse, en aucun cas, être altérée par des causes accidentelles. Pour le même motif il est indispensable de munir l'orifice extérieur d'un grillage métallique à mailles de $0^{m}01$ au maximum, pour s'opposer à l'introduction des souris et des rats qui, une fois entrés dans la gaîne d'amenée d'air, ne sauraient en ressortir. On donne à la section d'orifice de la prise ainsi qu'à celle de la gaîne qui y fait suite les dimensions les plus larges possibles, de façon à réduire au minimum la résistance due aux frottements des gaz. On évite ainsi une trop grande vitesse à l'entrée, vitesse qui favoriserait l'introduction de substances organiques en suspension dans l'air.

Appareil de chauffage. — La cloche et les tuyaux métalliques qui l'accompagnent doivent pouvoir se dilater facilement sans se rompre, afin qu'il ne puisse y avoir aucun mélange entre les produits de la combustion et l'air à chauffer. De plus, il faut que chaque branchement de ces tuyaux soit muni de tampons mobiles permettant l'enlèvement facile des cendres déposées par les produits de la combustion.

Afin d'être certain que les parois de transmission de chaleur ne puissent être portées au rouge, on garnit la cloche intérieurement de terre réfractaire ou on la munit d'ailettes ou, enfin, on donne à la grille une assez grande dimension pour qu'on ne soit jamais amené

Digitized by Google

à faire un feu ardent. Pour le même motif, on doit donner à la surface des parois métalliques chauffées un grand développement permettant en outre une bonne utilisation de la chaleur produite par le combustible. Dans quelques appareils, on a cherché à obtenir un chauffage rationnel en faisant suivre à l'air la marche inverse de celle suivie par les produits de la combustion. En pratique, cette disposition ne présente généralement aucun intérêt, parce que la complication qu'elle comporte fait perdre souvent les avantages qui peuvent en résulter.

Il est utile que la chambre à air chaud présente une grande capacité, pour donner à l'air le temps de se chauffer et pour constituer un réservoir de chaleur destiné à maintenir la température dans des limites rapprochées malgré les variations dans l'intensité du feu.

Pour donner à l'air chaud le degré d'humidité convenable, un moyen simple et pratique consiste à placer à l'intérieur de cette chambre un vase constamment rempli d'eau et disposé de façon à produire une évaporation de un litre et demi par jour et par cent mètres cubes de capacité des salles à chauffer.

Lorsque le calorifère dessert plusieurs étages, il est prudent de diviser la chambre à air chaud en autant de compartiments que d'étages pour assurer une répartition convenable de la chaleur à chacun de ces derniers.

Distribution de l'air chaud. — La distribution d'air chaud se fait à l'aide de conduites en matériaux mauvais conducteurs de la chaleur tels que des poteries par exemple.

Ces conduites doivent avoir les parois intérieures lisses, être établies, lors de la construction du bâtiment, dans l'épaisseur des murs ou des planchers et présenter la section la plus grande qui soit compatible avec les nécessités de la construction, de façon que la vitesse de l'air chaud n'y dépasse pas $0^{m}50$. Elles doivent toujours être ascendantes, et dans le cas où des branchements horizontaux sont inévitables, il faut encore donner à ceux-ci une inclinaison de 3 à 4 centimètres au moins par mètre et ne pas prolonger leur longueur au delà de 8 à 10 mètres. Il est indispensable de munir chaque conduite d'un registre à son origine et, lorsque l'une d'elles se bifurque en un point de son parcours, elle doit présenter, en cet endroit, un renflement pour faciliter l'approvisionnement d'air chaud à chacune des conduites secondaires. L'ensemble des sections de ces conduites

Digitized by Google

secondaires ne saurait être supérieur à celui de la conduite principale.

Ajoutons enfin que la distribution d'air chaud dans chaque pièce doit se faire par le plus grand nombre possible d'orifices munis de grilles, de portes à coulisses et disposés au niveau du plancher ; de plus, leur section totale doit être assez grande pour que l'air chaud arrive dans la pièce avec une vitesse presque nulle.

Enlèvement de l'air vicié. — Pour assurer le bon fonctionnement d'un calorifère, il est indispensable de provoquer dans chaque pièce un appel d'air chaud.

On y arrive en déterminant le départ de l'air vicié, de telle sorte que la ventilation, mesure essentiellement hygiénique, vient compléter ici le procédé de chauffage.

L'enlèvement de l'air vicié doit se faire au moyen de prises nombreuses placées le plus souvent à la partie supérieure de la pièce et communiquant avec des gaînes, disposées par exemple sous les corniches. Toutes ces gaînes correspondent elles-mêmes à un évacuateur général disposé, autant que possible, latéralement à un conduit de fumée d'un foyer où l'on fait du feu constamment. De cette façon, on assure l'appel d'air vicié, sans être obligé de recourir à un des moyens spéciaux que nous avons indiqués à l'article ventilation artificielle.

Il est utile de pouvoir régler ce renouvellement d'air ; pour cela, il suffit de munir d'un registre l'évacuateur général.

Ajoutons enfin que ce que nous avons dit relativement aux sections à donner aux gaînes et bouches de chaleur s'applique également aux gaînes et prises d'air vicié.

CALCULS RELATIFS AUX CALORIFÈRES A AIR CHAUD

Nous nous bornerons à présenter les données pratiques servant de base aux calculs et la marche à suivre pour ces derniers.

Données pratiques. — Il faut un tiers de calorie (0,31) pour élever de un degré la température de un mètre cube d'air à la pression atmosphérique.

L'effet utile du combustible, dans les calorifères placés en dehors des pièces à chauffer, varie de 0,50 à 0,60 de sa puissance calorifique ; cet effet utile peut même atteindre 0,80 avec les calorifères les mieux construits.

Digitized by Google

Pour la surface de la grille, on compte de un à deux décimètres carrés par kilogramme de coke ou de houille brûlé à l'heure et quatre décimètres carrés par kilogramme de bois, tourbe, lignite, etc., etc.

La surface de chauffe, lorsque les parois sont métalliques, doit présenter une superficie de deux mètres carrés par kilogramme de coke ou de houille brûlé à l'heure et de quatre mètres carrés par kilogramme de bois, tourbe lignite, etc., etc. Les parois métalliques, munies de nervures, comptent moitié en plus sans développer les nervures; lorsque les parois sont en poterie, il faut au moins quadrupler la surface.

Avec une hauteur ordinaire de cheminée de 18 à 20 mètres, il faut pour les carneaux de fumée une section calculée à raison de un demi-décimètre carré par kilogramme de combustible brûlé à l'heure et pour le conduit de fumée, une section égale aux quatre cinquièmes de celle trouvée pour les carneaux.

MARCHE A SUIVRE POUR LES CALCULS

On détermine d'abord la quantité de chaleur ou le nombre N de calories à fournir pour maintenir la température voulue dans les locaux à chauffer et cela, d'après les déperditions de chaleur que présentent les salles par les murs, le plafond, les fenêtres, les portes, la ventilation, etc., etc.

Ces calculs sont assez complexes, très approximatifs et sujets à erreur; aussi peut-on se contenter de partir de cette donnée pratique, suffisamment exacte, qu'il faut, pour entretenir une température de 16 à 18 degrés, suivant le froid extérieur, de 1500 à 3000 calories par heure et par 100 mètres cubes de capacité des salles, lorsque celles-ci appartiennent à un édifice construit en maçonnerie. D'autre part, les règles que nous avons données relativement à la ventilation permettent de fixer le volume V d'air à fournir par heure. C'est cette quantité d'air qui doit servir de véhicule à la chaleur; on en déduit la température T à laquelle elle doit être portée pour maintenir dans les salles la température voulue. D'un autre côté, au point de vue hygiénique, cette température T ne doit pas être trop élevée et doit égaler au plus 35 à 45 degrés par exemple. Si donc on trouve pour T un chiffre supérieur, il est préférable de

Digitized by Google

fournir la quantité de chaleur voulue, en augmentant le volume V.

On déduit ensuite facilement :

1° Le nombre C de kilogrammes de combustible à brûler par heure, de la quantité N de calories à produire dans le même temps, de la puissance calorifique du combustible et de l'effet utile du calorifère employé.

2° De ce nombre C, la surface G de la grille, celle S de la surface de chauffe et les sections à donner aux carneaux de fumée et à la cheminée.

3° De V on déduit successivement les sections à donner aux gaînes et orifices de prise d'air, aux gaînes et aux bouches de chaleur et enfin aux prises et aux gaînes d'air vicié.

Telle est la méthode simple, facile et bien suffisamment exacte, avec laquelle on peut calculer les diverses parties d'un calorifère à air chaud.

AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES CALORIFÈRES A AIR CHAUD

Les calorifères à air chaud sont d'une construction plus simple, d'une installation plus économique et d'une conduite plus facile que les autres.

Les inconvénients qu'ils présentent sont de donner parfois, quelles que soient les précautions prises, un air dur, sec, d'une odeur désagréable et fatigant pour la respiration. Ils ne permettent pas de régler la température aussi facilement et de transmettre la chaleur à une aussi longue distance qu'avec les autres. La grande section à donner aux conduites d'air chaud crée parfois des difficultés réelles d'installation; enfin, ils présentent des chances d'incendie, lorsque, par exemple, on vient à ouvrir les bouches de chaleur après les avoir tenues fermées un certain temps, tout en continuant le chauffage. L'air qui s'échappe, étant fort chaud, peut mettre le feu aux boiseries desséchées journellement ou, tout au moins, favoriser, par ce dernier fait, un incendie dont l'origine serait due à une cause étrangère.

CALORIFÈRE A EAU CHAUDE ET BASSE PRESSION

Il consiste, en principe, dans l'emploi d'une chaudière avec foyer, installée dans un des sous-sols de l'édifice, surmontée d'un tuyau

Digitized by Google

s'élevant verticalement jusqu'en haut pour redescendre ensuite et aboutir finalement à la partie inférieure de la chaudière et enfin, d'un vase d'expansion, faisant partie de ce circuit, situé en haut du tuyau vertical et ouvert, de façon à maintenir tout l'appareil en communication constante avec l'atmosphère et de manière que la pression intérieure ne puisse dépasser celle de cette dernière.

Tout l'appareil étant rempli d'eau, quand le foyer est allumé l'eau de la chaudière s'échauffe et, en vertu de sa légèreté spécifique, s'élève dans le tuyau vertical et se trouve remplacée dans la chaudière, au fur et à mesure, par un égal volume d'eau provenant de la conduite descendante.

Il s'établit donc ainsi une circulation continue, et c'est la seconde partie du circuit que l'on utilise pour le chauffage.

Pour rendre la circulation active, il est évident qu'il faut disposer l'appareil de manière que le tuyau ascendant laisse perdre peu de chaleur et que celui descendant présente au contraire une grande surface favorable au refroidissement de l'eau qu'il contient et par suite au chauffage que l'on cherche à obtenir.

Les tuyaux employés sont métalliques et peuvent, pour la partie descendante, en ce qui concerne le chauffage, être disposés de diverses façons :

1° Quelquefois, on les établit horizontalement dans des gaînes servant à amener l'air pur, ménagées dans l'épaisseur du plancher et recouvertes de plaques métalliques à jour.

2° D'autres fois, on les place verticalement dans des gaînes ménagées dans les trumeaux ; ces gaînes sont fermées à chaque étage et communiquent avec l'extérieur par une ouverture à la base et avec l'intérieur par une ouverture sous le plafond. L'air pur entrant par le bas de la gaîne en ressort par le dessus et se répand dans la pièce à chauffer (1).

3° On peut aussi faire déboucher les conduites d'eau chaude dans des réservoirs pleins d'eau, ayant la forme de poêles, placés au milieu des salles à chauffer et traversés par les tuyaux d'amenée d'air pur (2).

(1) Système appliqué par René Duvoir à l'Ecole Polytechnique.

(2) Système appliqué par Léon Duvoir au chauffage des pavillons des femmes à Lariboisière.

Digitized by Google

CALCULS RELATIFS AU CALORIFÈRE A EAU CHAUDE ET BASSE PRESSION

1° La *quantité de chaleur* à produire se détermine ainsi que nous l'avons déjà indiqué :

2° La surface de chauffe se calcule en admettant une température moyenne, pour l'eau, de 60 à 80 degrés à laquelle correspond une transmission moyenne de 450 à 500 calories par mètre carré de surface de chauffe.

3° Soit Q le volume d'eau qui doit circuler par heure pour donner la chaleur voulue, N le nombre de calories à fournir par heure, T la température de l'eau à la sortie de la chaudière, t celle à la rentrée, on a évidemment $Q \times 1000\ (T-t) = N$, et en admettant $T = 90°$ et $t = 30°$, cas le plus général, on a $Q = \frac{N}{60.000}$.

4° On calcule le *diamètre des conduites* à l'aide des tables de Mary en déterminant d'abord la charge résultant de la différence de densité des deux colonnes et en prenant pour volume d'eau à débiter celui précédemment trouvé. Soit p la charge, H la hauteur verticale des colonnes ascendantes et descendantes, T la température moyenne de l'eau dans la colonne ascendante et t celle dans l'autre colonne, on a évidemment $p = \frac{H\alpha}{(1+\alpha T)} \frac{(T-t)}{(1+\alpha t)}$. Dans la plupart des cas $T - t = 70°$; d'autre part on a $\alpha = 0{,}0466$, d'où cette valeur de p, dans les conditions ordinaires, $p = 0{,}043$ H.

5° Quant au vase d'expansion, destiné à contenir l'excédant de volume d'eau dû à la dilatation de celle-ci, sa capacité doit être en rapport avec le volume total d'eau employé : en pratique on compte un vingtième.

AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS

Le chauffage à eau chaude et à basse pression présente de sérieux avantages ; il peut être augmenté ou diminué avec la plus grande facilité, suivant l'alimentation du foyer ; il se prête à la multiplication des poêles, à divers étages, avec un long parcours de conduites, tout en assurant une répartition convenable de la chaleur ; l'eau employée, présentant un cube assez considérable, forme un véritable réservoir de chaleur susceptible de parer à toute négligence ou

Digitized by Google

irrégularité du chauffeur ; l'air pur, amené par la ventilation, ne subissant pas le contact de parois portées à une température supérieure à 90°, n'est jamais altéré, comme cela peut arriver avec l'emploi du calorifèrc à air chaud. Aussi, au point de vue de l'hygiène, ce mode de chauffage est considéré à juste titre comme un des meilleurs.

On peut lui reprocher les frais de premier établissement qui sont très élevés et la lenteur que mettent les appareils soit à s'échauffer, soit à se refroidir.

Ils conviennent particulièrement pour le chauffage des salles d'hôpitaux, des cellules de prison et des serres.

CALORIFÈRE A EAU CHAUDE ET A HAUTE PRESSION

Les calorifères à eau chaude peuvent également fonctionner à haute pression, c'est-à-dire avec des conduites hermétiquement fermées et devant alors pouvoir résister à de grandes pressions. Ils se calculent de la même façon que ceux à basse pression, ont l'avantage d'être beaucoup moins encombrants, mais présentent quelques dangers de rupture.

Les tuyaux employés sont en fer, n'ayant que quelques centimètres de diamètre intérieur et six millimètres d'épaisseur, pouvant par suite résister à de hautes pressions de 100 à 200 atmosphères. Il n'y a pas de chaudière, le tube forme serpentin vis-à-vis du foyer et à tous les emplacements où il faut céder de la chaleur et constituer un poêle.

Un robinet, placé à la partie inférieure du circuit, permet de vider au besoin l'ensemble de la conduite et un tube, muni d'un bouchon à vis et disposé au sommet, sert à la remplir entièrement.

D'après des expériences sur un appareil Perkins, on a constaté que 30 litres d'eau, dans un circuit de 150 mètres de longueur, suffisent pour chauffer un volume de 500 mètres cubes d'air.

Dans des essais faits à la prison militaire, rue du Cherche-Midi à Paris, on a trouvé qu'une consommation de 5k500 de charbon, par 12 heures de chauffage, suffisait pour porter à une température de 15 degrés, dans les salles de l'établissement, 100 mètres cubes d'air pris au dehors à zéro degré.

Ajoutons enfin que le fourneau destiné au chauffage est toujours

Digitized by Google

de très petites dimensions et tient généralement dans un espace de un mètre cube.

CHAUFFAGE A LA VAPEUR

Ce système de chauffage est fondé sur la propriété que possède la vapeur d'eau d'abandonner en se condensant, au contact de surfaces froides, une quantité de chaleur considérable, la chaleur latente de vaporisation, soit 537 calories par kilogramme d'eau. Les calorifères pour chauffage à vapeur présentent des dispositions analogues à celles des calorifères à eau chaude.

Leur installation comprend : 1° un générateur servant à produire la vapeur ; 2° une distribution se composant de tuyaux conduisant la vapeur dans toutes les directions voulues et 3° de récipients ou poêles à vapeur en tôle de fer ou cuivre placés, le plus souvent, dans les pièces à chauffer. Ces récipients doivent présenter une grande surface extérieure pour faciliter la condensation de la vapeur et, par suite, la transmission de la chaleur que la condensation met en liberté.

Pour les installations importantes, la vapeur offre des avantages considérables ; elle est un agent économique, puissant, souvent le seul possible pour transmettre la chaleur à distance et la répartir à volonté dans un grand nombre de locaux ; on peut faire varier l'allure de chaque poêle indépendamment de celle des autres.

Les frais d'établissement sont moins élevés que pour le chauffage à eau chaude ; la vapeur circulant avec une très grande vitesse, des tuyaux de 3 à 5 centimètres de diamètre suffisent pour la canalisation ; enfin les poêles et les tuyaux tiennent très peu de place.

Les inconvénients du chauffage à la vapeur sont : 1° la difficulté de l'installation pour se mettre à l'abri des fuites de vapeur et éviter les siphons où l'eau séjourne ; 2° le refroidissement presque instantané à l'arrêt du chauffage, provenant de ce qu'il n'y a nulle part emmagasinement de chaleur.

CHAUFFAGE PAR L'EAU ET LA VAPEUR

Un ingénieur français M. Grouvelle, pour obvier à ce dernier inconvénient, imagina de ne se servir de la vapeur que comme moyen de

Digitized by Google

transport de la chaleur ; la vapeur est employée à chauffer l'eau contenue dans des réservoirs plus ou moins nombreux qui sont eux-mêmes les points de départ de circulation d'eau chaude.

Ce mode de chauffage, au point de vue de la salubrité, est exempt de tout reproche; il a été appliqué avec succès à la prison Mazas, à l'hôpital de Vincenues, à la nouvelle préfecture de police de Paris, quai des Orfèvres.

Ayant déterminé N, nombre de calories nécessaires au chauffage, on en déduit la quantité Q de vapeur à fournir en partant de cette donnée pratique qu'un kilogramme de vapeur, en se condensant, cède 600 calories utilisables; c'est-à-dire qu'on a $Q = \frac{N}{600}$.

La quantité de combustible se calcule en admettant une production de 6 kilogrammes de vapeur à 5 atmosphères par kilogramme de combustible.

Les chaudières à employer sont les semi-tubulaires avec bouilleurs et foyer extérieur qui fonctionnent bien et dont la simplicité en rend la conduite facile ; la surface de chauffe se calcule en admettant une production de 15 kilogrammes de vapeur par mètre carré.

On emploie également (hôtel de ville de Paris) des générateurs entièrement tubulaires, du système inexplosible de Naeyer (1).

L'eau retourne à la chaudière à l'aide d'injecteurs Giffard quand sa température au retour ne dépasse pas 40 à 45 degrés et à l'aide d'une pompe d'alimentation ordinaire ou d'un appareil spécial fort simple, qu'on nomme bouteille alimentaire, lorsque la température est plus élevée.

D'après M. Grouvelle, le diamètre intérieur du tuyau de condensation peut se déterminer pratiquement en ajoutant à la constante 0^m035, 0^m0015 par force de cheval du générateur employé.

Les dimensions de la grille, des carneaux de fumée et de la cheminée se déduisent de la quantité de combustible que l'on doit brûler à l'heure.

Les tuyaux employés sont en fer étiré ou mieux en cuivre qui se prête facilement aux changements de direction et à toute espèce de modification; ils sont logés sous les parquets, dans les murs et, quand ils sont exposés à l'air, on les protège contre le refroidissement au moyen d'enveloppes non conductrices.

(1) Ancien système Belleville perfectionné.

Digitized by Google

Les tuyaux de retour doivent être en pente de 2 à 3 millimètres au moins et munis de purgeurs automatiques tels que l'eau puisse retourner à la chaudière ou à la bâche d'alimentation sans que la vapeur puisse s'échapper.

APPLICATIONS DIVERSES DE CHAUFFAGE ET DE VENTILATION

SALLES D'ÉCOLE

L'arrêté ministériel du 17 juin 1880 fixe à 50 le nombre maximum de places par classe, à $1^{m}25$ l'aire qu'elle doit présenter par élève et enfin à 4 mètres ou $4^{m}50$, au plus, la hauteur (1) sous plafond, ce qui donne une capacité de 5 mètres cubes au moins par élève.

L'expérience et la théorie démontrent que toute salle de classe, construite avec ces proportions, se trouve dans de bonnes conditions hygiéniques.

Toutefois, il ne faut pas oublier qu'il est nécessaire de donner à chaque enfant 15 à 20 mètres cubes d'air neuf par heure et, par conséquent, de renouveler trois à quatre fois, dans ce temps, l'air de la salle. La ventilation naturelle est évidemment la préférable, mais elle n'est possible que l'été ; aussi y a-t-il lieu de prévoir une ventilation artificielle pour l'hiver et cela à l'aide des appareils de chauffage.

Parmi ces derniers, pour les écoles ordinaires, les poêles installés dans chacune des salles sont encore ceux qui paraissent le mieux convenir ; ils sont d'une surveillance facile et fournissent le chauffage le plus économiqne en tant qu'installation et entretien.

Il faut exclure les poêles donnant toute leur chaleur par le rayonnement ; ils ont l'inconvénient d'incommoder les élèves placés dans le voisinage.

On doit donner la préférence aux poêles céramiques et à enveloppe dont on fait descendre le tuyau de fumée à la sortie de l'appareil, pour lui faire gagner, par une gaîne horizontale, la gaîne

(1) La hauteur des salles de classes ne doit pas dépasser $4^{m}50$, sans quoi elle serait une cause de fatigue pour le maître.

Digitized by Google

verticale principale d'évacuation d'air vicié. Afin de faciliter l'allumage on dispose un deuxième tuyau, muni d'une valve à clef, faisant communiquer directement le foyer avec le conduit de fumée. Le feu étant bien allumé, on ferme la clef de ce tuyau de secours et la fumée est alors obligée de passer par l'autre.

Il est utile de faire arriver l'air du dehors séparément pour chaque salle et par deux prises d'air, placées sur les faces opposées du bâtiment, afin d'éviter l'influence fâcheuse de certains vents. De plus, lorsqu'il s'agit de salles situées au rez-de-chaussée, il est bon de placer les orifices extérieurs à une certaine hauteur au-dessus du sol pour ne pas favoriser l'introduction d'un air contaminé par des émanations, soit du sol même, soit d'un caniveau voisin.

L'air pur, après avoir parcouru les gaînes d'amenée disposées sous le parquet, débouche à l'intérieur de l'enveloppe du poêle, s'échauffe, se déverse dans la pièce par des ouvertures placées aussi haut que possible, monte au plafond et redescend en chassant, devant lui, l'air vicié qui doit trouver un écoulement et un appel par des ouvertures pratiquées dans le parquet.

Ces ouvertures donnent dans des gaînes communiquant avec la gaîne évacuatrice principale, disposée verticalement dans l'épaisseur des maçonneries d'une des parois et où tout l'air vicié de la salle se trouve réuni et chauffé par la chaleur perdue du poêle, ainsi que nous l'avons déjà dit plus haut.

On peut également faire usage d'un poêle en céramique sans enveloppe. Voici une disposition donnant de bons résultats : le tuyau de fumée, qui constitue ici la partie importante du chauffage, est dirigé, tout à la sortie du poêle, dans une gaîne à grande section, disposée horizontalement au-dessus du sol dans une banquette placée contre la paroi la plus froide, c'est-à-dire au-dessous des fenêtres. Cette gaîne est munie de nombreuses prises directes d'air à l'extérieur ainsi que de nombreux orifices grillagés donnant à l'intérieur de la salle ; à la sortie de cette gaîne, qui s'étend tout le long de la pièce, le tuyau de fumée se rend dans la gaîne évacuatrice générale d'air vicié où on le prolonge jusqu'à au moins un mètre au-dessus des orifices supérieurs d'appel d'air vicié.

Cette disposition peut être employée concurremment avec celle précédemment indiquée ; elle offre l'avantage de réduire au minimum l'appel direct d'air froid par les fissures des fenêtres.

Digitized by Google

Quel que soit le système adopté, les orifices disposés dans le parquet ont l'inconvénient de devenir le réceptacle d'ordures amenées par le balayage; aussi, le plus souvent, on reporte ces orifices sur les parois verticales de la salle. En pratique, il est souvent difficile de multiplier les orifices d'extraction d'air vicié; on doit faire le nécessaire pour en posséder au moins à chacun des angles opposés à celui réservé pour l'emplacement du poêle.

L'instruction ministérielle fixe les dimensions qu'il convient de donner aux différentes parties de l'appareil de ventilation, ainsi qu'il suit :

Section nette des prises d'air extérieures. .	35 à 45 cent.	carrés	par élève
— — de la gaîne verticale d'air chaud.	35 à 45	—	—
— — des bouches d'évacuation. . .	60 à 80	—	—
— — des gaînes secondaires . . .	40 à 60	—	—
— — de la cheminée d'appel . . .	30 à 40	—	—

SALLES DE CAFÉ

Dans les grandes salles de café, le difficile est d'enlever la fumée de tabac, surtout pendant la saison froide, alors qu'on ne peut recourir à la ventilation naturelle. Il faut, en effet, pour la faire disparaître, soit un renouvellement d'air abondant qu'on ne peut guère obtenir que l'été en ouvrant toutes les ouvertures, soit un courant d'air suffisamment énergique pour balayer la fumée sur son passage, procédé qu'on ne peut appliquer qu'avec des dispositions prises pour ne pas gêner les personnes présentes.

On peut y arriver en se basant sur ce fait que la fumée tend à monter entraînée par le courant ascendant d'air chaud. A cet effet on ménage dans la façade une série de prises d'air, situées le plus haut possible et munies de fermetures faciles à manœuvrer.

Lorsqu'on veut faire une chasse de fumée, ce qui a lieu surtout dans la soirée, alors que la chaleur de la salle se trouve augmentée par un plus grand nombre de personnes présentes et par les lumières, on ouvre les prises d'air extérieures et l'on détermine au besoin un appel plus énergique dans la gaîne générale d'évacuation d'air vicié dont les prises sont situées dans les corniches mêmes. Il s'établit alors, à la partie supérieure de la salle, un courant d'une grande vitesse, susceptible d'entraîner la fumée en enlevant par la

Digitized by Google

même occasion l'excédent de chaleur qui existe toujours dans cette partie de la journée.

On conçoit facilement que cette ventilation, qui n'est d'ailleurs qu'accidentelle, ne gêne pas les habitués, si la salle a une hauteur suffisante, soit 5 à 6 mètres suivant la largeur.

Il y a lieu d'utiliser les chaleurs perdues, des fourneaux de cuisine et de laboratoire de l'établissement, pour augmenter le tirage dans la gaîne d'évacuation générale.

Quant au chauffage, il ne peut guère se faire qu'à l'aide de calorifères. Il faut multiplier les bouches de chaleur et les placer, autant que possible, sur les parois verticales du pourtour et au milieu de la salle, sous des banquettes fixes par exemple et cela un peu au-dessus du niveau du parquet de façon à les mettre à l'abri du balayage. Les prises d'air vicié doivent également être nombreuses et disposées dans la corniche ainsi que dans le plafond, au-dessus des lustres, où l'on peut les dissimuler à l'aide des ornements.

SALLES DE RÉCEPTION

Il est utile de prévoir une ventilation artificielle pour les appartements de réception et surtout pour les salles de danse ; dans ces dernières on souffre généralement d'un excès de chaleur et de vapeur d'eau. Pour éviter ces inconvénients, voici comment l'on peut procéder : on chauffe les pièces, avant l'arrivée des invités, au degré de chaleur voulue, en fermant au besoin les orifices d'évacuation d'air, puis, dès que le plus grand nombre des invités sont arrivés, on suspend le chauffage, la présence des personnes et des lumières étant en général plus que suffisante pour maintenir la température ; mais si le chauffage n'est plus nécessaire, la ventilation artificielle devient indispensable, même si la salle est munie d'une cheminée,

L'air pur, porté préalablement à une température de 14 à 15 degrés à l'aide du calorifère (température bien inférieure à celle des salles de danse) est amené dans la pièce par des orifices disposés dans le plafond et l'air vicié est évacué par des prises ménagées à la partie inférieure des trumeaux.

AMPHITHÉATRE

Ici, comme précédemment, la question de ventilation prime celle de

Digitized by Google

chauffage ; il y a lieu de profiter des gradins pour ménager dans les contre-marches de nombreux orifices grillagés destinés à l'arrivée d'air pur, chauffé en hiver et pris à la température extérieure en été. Les orifices d'évacuation sont disposés à la partie supérieure et la gaîne d'évacuation générale doit, été comme hiver, être chauffée, soit par des chaleurs perdues, soit par un foyer spécial.

Pendant l'hiver, il faut chauffer la salle avant l'arrivée des auditeurs ; pour le faire d'une façon rapide et économique, on interrompt partiellement l'appel pendant tout le temps de ce chauffage qui se fait alors avec un air porté à une température plus élevée.

THÉATRE

Pour les théâtres la question de chauffage se présente dans des conditions particulières ; on peut dire qu'il n'y a pas ici les causes habituelles de déperdition de chaleur, autres que celles amenées par le départ de l'air vicié, puisque la salle se trouve entourée de toutes parts d'espaces l'isolant de l'extérieur ; il n'y a donc lieu que d'assurer le chauffage de la quantité d'air nécessaire à la ventilation. Quoi qu'il en soit, il est indispensable d'avoir des appareils de chauffage d'une assez grande puissance pour pouvoir amener en quelques heures les diverses parties du théâtre à la température voulue. Les calorifères employés sont ceux à air chaud ou à vapeur ; ils doivent être placés assez bas pour permettre d'établir à leur partie supérieure une salle de mélange assez vaste qui soit en même temps en contre-bas du plancher de l'orchestre ; c'est dans cette salle de mélange que l'air chauffé est amené à une température convenable avant d'être introduit dans la salle.

Cet air doit y arriver à 19 degrés au plus et avec une très faible vitesse, de façon à n'apporter aucune gêne aux spectateurs. On ne peut arriver à ce but qu'en multipliant les bouches de chaleur, surtout à l'orchestre et au parterre.

THÉATRE LYRIQUE DE PARIS

Deux calorifères à air chaud, placés en dessous du parterre, sont alimentés d'air pur provenant du square Saint-Jacques par une galerie souterraine.

Digitized by Google

L'air froid passe par des conduits verticaux où des registres permettent de régler son arrivée ; l'air chaud se rend à chaque étage au moyen de 4 conduites principales placées aux 4 extrémités de la salle ; il débouche dans celle-ci par de nombreuses ouvertures, en fonte ornée, disposées à la partie inférieure de chaque galerie.

L'air vicié sort, pour chaque étage, par des ouvertures ménagées au fond et en haut de chaque loge et, pour le parterre, par des ouvertures ménagées à la partie inférieure.

Toutes les gaînes d'air vicié aboutissent à une vaste cheminée de ventilation où l'appel est déterminé par les chaleurs perdues des calorifères et par celles que développent les lumières du gaz.

Pendant l'été l'appel est produit au moyen de deux foyers spéciaux.

SALLES D'HOPITAUX

Il faut un moyen de chauffage assez puissant pour varier, en peu d'heures, la quantité de chaleur amenée dans chaque salle afin d'y maintenir, en tout temps, une température constante. Cette condition est nécessaire dans nos pays où la température extérieure subit des variations assez brusques. Le mode de chauffage par poêles à eau chaude ou mieux à vapeur est le plus convenable ; la répartition de la chaleur est mieux assurée et les poêles disposés convenablement permettent aux convalescents de venir s'asseoir et de se chauffer à l'entour. Ils donnent en outre un moyen commode de tenir chaudes les boissons et les tisanes destinées aux malades.

L'emploi du calorifère n'exclut pas pour cela l'usage des cheminées qui constituent un puissant aide à la ventilation et donnent à la salle, par leur feu flambant, un aspect de gaieté très apprécié des malades.

Dans un hôpital, il est également nécessaire de chauffer, mais à une température plus modérée, les corridors, les cages d'escaliers et toutes les salles que les malades ou même les gens de service sont appelés à traverser, pour ne pas les exposer à des variations trop brusques de température.

Le système de ventilation doit permettre un grand renouvellement d'air en toute saison, être au besoin indépendant du mode de chauffage, se prêter à des variations au gré des médecins et n'amener que de l'air parfaitement pur.

Digitized by Google

HOPITAL LARIBOISIÈRE — PAVILLON DES HOMMES

Le système de chauffage et de ventilation appliqué aux pavillons des hommes de l'hôpital Lariboisière ainsi qu'à tous les bâtiments d'administration et de dépendances, par MM. Thomas et Laurens, ingénieurs des arts et manufactures, répond d'une façon complète aux conditions requises par l'hygiène : nous allons en donner une description succincte.

Le service est entièrement installé dans une galerie souterraine reliant les caves des divers bâtiments à ventiler et à chauffer.

A une des extrémités de cette galerie se trouvent deux générateurs produisant de la vapeur à 4 ou 5 atmosphères au plus. Celle-ci alimente une machine motrice, de 8 chevaux environ, qui actionne un ventilateur à force centrifuge présentant une disposition particulière, de façon à éviter tout bruit incommode. La vapeur n'agit dans les cylindres qu'en se détendant à une atmosphère et demie ; à la sortie des cylindres, après avoir fourni la force motrice, elle conserve donc encore la majeure partie de sa chaleur. Aussi est-elle utilisée pour le chauffage et complétée au besoin par de la vapeur, prise directement sur les générateurs et ramenée à une pression de une atmosphère et demie, au moyen d'un appareil spécial. Les générateurs fournissent en outre, toute l'année, la vapeur nécessaire aux bains d'eau et de vapeur et à la buanderie.

L'air de la ventilation est pris au-dessus du clocher de la chapelle, c'est-à-dire à une hauteur assez grande pour être pur de toutes les émanations qui se produisent dans un hôpital ; il descend, par l'un des 4 piliers creux du clocher, dans la chambre du ventilateur disposée à l'extrémité de la galerie près les générateurs.

De la chambre du ventilateur il est refoulé, par ce dernier, dans une conduite maîtresse qui le distribue, au moyen de branchements horizontaux, dans chaque bâtiment et, au moyen de sous-branchements verticaux, dans toutes les salles de chaque bâtiment.

Dans chaque salle, sous le parquet et dans l'axe, se trouve le caniveau d'amenée d'air ; sur ce caniveau on a posé 4 poêles à vapeur, traversés dans leur hauteur par 12 tuyaux par lesquels l'air passe tout en s'échauffant.

Le départ de l'air vicié se fait au moyen de 18 gaînes pratiquées dans l'épaisseur du mur et communiquant avec la salle par deux ori-

Digitized by Google

fices, l'un situé près du parquet pour l'hiver, et l'autre à environ 2 mètres au-dessus pour l'été.

Toutes ces gaînes aboutissent, dans les combles, à deux plus grandes, disposées horizontalement le long des murs de façade et communiquant, par un large conduit, à la cheminée d'évacuation établie au-dessus et au centre de chaque pavillon.

Des dispositions particulières permettent d'augmenter l'humidité de l'air insufflé quand il est trop sec (jet de vapeur); d'autre part, la température de l'air à hauteur du clocher étant généralement de 4 degrés plus basse que celle de l'air à hauteur du sol le renouvellement d'air en été amène un rafraîchissement très favorable.

Avec ce système, l'air entre dans les salles avec une très faible vitesse. On a reconnu qu'il s'y distribue plus régulièrement et plus uniformément que dans les autres pavillons (des femmes) où la ventilation est faite par appel, et que l'ouverture des fenêtres n'influe pas défavorablement. La ventilation marche jour et nuit avec la même intensité, fonctionne aussi énergiquement en toute saison et se prête à des variations au gré du médecin.

La vapeur d'eau destinée au chauffage est conduite, en face de chaque pavillon, par un tuyau en fonte entouré de corps mauvais conducteurs de la chaleur et disposé dans la galerie souterraine.

Sur ce tuyau se trouve greffé un branchement par pavillon et sur celui-ci autant de branchements secondaires que d'étages.

A chacun de ceux-ci, la gaîne d'amenée d'air reçoit le tuyau d'amenée de vapeur et celui de retour d'eau, communiquant à volonté, à l'aide de robinets, avec les poêles, de façon à n'employer, suivant les besoins, comme chauffage, qu'une partie des poêles ou même seulement la canalisation. Cette disposition est très appréciée des médecins qui peuvent ainsi faire régler et varier la température suivant les besoins des malades.

PRISON MAZAS

L'édifice comporte six bâtiments rayonnants à trois étages et contenant en tout 1200 cellules.

Le chauffage est obtenu par un procédé mixte à l'aide d'un seul générateur à vapeur fournissant la chaleur à 18 calorifères à eau chaude, fonctionnant isolément et desservant chacun l'un des

Digitized by Google

18 étages, disposition qui permet d'interrompre à volonté le chauffage dans une ou plusieurs parties de l'édifice.

Les tuyaux de circulation d'eau, aller et retour, sont placés dans des gaînes disposées en dessous des galeries balcon, sur lesquelles s'ouvrent les portes des cellules.

Dans ces gaînes, divisées en autant de compartiments qu'il y a de cellules, l'air pur, provenant de la nef, vient s'échauffer et se rend par des orifices inférieurs dans les cellules.

Dans chacune de celles-ci, se trouve un siège d'aisance composé d'une cuvette en fonte et d'un tuyau de descente aboutissant à un tonneau de vidange. Tous les tonneaux du même bâtiment sont rangés dans une galerie souterraine ayant toute la longueur du bâtiment et aboutissant à une vaste cheminée centrale où se produit l'appel à l'aide d'un foyer constamment allumé.

L'appel de l'air vicié se fait donc dans les cellules par la cuvette d'aisance et supprime de la sorte toute émanation désagréable qui pourrait en provenir. — Le renouvellement d'air, ainsi produit par la ventilation, s'élève à environ 20 mètres cubes par heure et par cellule ; ces dernières ayant d'ailleurs une capacité de 21 mètres, l'organisation adoptée se trouve donc satisfaisante au point de vue hygiénique.

ORIENTATION

L'orientation la plus convenable pour une maison d'habitation est, au point de vue hygiénique, à moins de circonstances particulières, celle où l'une des façades principales donne au Sud-Est et l'autre au Nord-Ouest.

Dans l'intérieur des villes, les sujétions de voierie ne permettent généralement pas d'adopter, pour les propriétés habitées, la meilleure orientation. La plupart du temps, il faut construire en façade sur l'alignement de la rue, quelle que soit d'ailleurs la direction de celle-ci.

Au surplus, ce qui importe, au point de vue hygiénique, c'est d'assurer à chaque logement, ne fût-il composé que de deux pièces, des fenêtres sur les deux façades opposées, afin de faciliter la ventilation naturelle et de maintenir, par le renouvellement de l'air, une tem-

Digitized by Google

pérature convenable pendant la saison chaude. On doit éviter les habitations qui ne prennent jour que d'un seul côté, le renouvellement de l'air s'y fait toujours d'une façon incomplète.

Pour les logements, l'exposition des pièces n'est pas indifférente; le levant et le midi conviennent pour les chambres à coucher et les salons; le nord pour les galeries de tableaux, les bureaux, les cuisines, les offices et les salles à manger.

Lorsqu'au lieu de maisons d'habitation, il s'agit de bâtiments d'école, de casernes et surtout de salles d'hôpitaux, la question d'orientation prend de l'importance et, s'il y a lieu de construire plusieurs pavillons pour le même établissement, on doit orienter et distancer suffisamment les bâtiments parallèles, pour que les cours ainsi aménagées soient entièrement parcourues par les rayons de soleil. En outre, il est bon de relier ces divers pavillons par un bâtiment disposé à l'ouest, destiné aux services et accessoires et qui a pour effet de garantir les cours des vents d'ouest.

Une chose utile à connaître dans chaque localité, tant au point de vue de l'orientation des habitations que de l'emplacement à assigner aux usines insalubres par rapport aux villes, c'est la direction des vents règnant le plus souvent. Darcet a établi pour Paris, d'après le relevé des observations météorologiques journalières faites à l'observatoire, depuis le 1er juillet 1835, jusqu'au 1er juillet 1843, un tableau indiquant combien de jours, en moyenne, chacun des vents souffle à Paris par année.

Il serait à désirer que chaque municipalité fît dresser un tableau analogue pour sa ville, en donnant en outre les moyennes par mois, afin de connaître l'influence des saisons à ce sujet.

SOL

Les sols sablonneux ou rocheux, mais fendillés et d'une manière générale tous les sols, donnant libre accès à l'air et à l'eau, sont les meilleurs au point de vue hygiénique ; les sols argileux ou marneux ainsi que tous les sols qui retiennent l'eau pour une cause quelconque ne valent pas.

« L'argile se présente partout avec cette remarquable propriété de pouvoir absorber l'eau lentement, mais en grande quantité, et

Digitized by Google

de la retenir avec une énergie telle que, s'il y a encore de l'eau à sa surface, celle-ci reste dès lors permanente comme sur un sol absolument imperméable.

« C'est l'argile qui, dans le champ des précautions sanitaires, donne le plus à faire à l'ingéniosité et au travail humain. Les schistes argileux qui se délitent, les vastes bancs d'argiles et de marnes, c'est-à-dire ceux dans lesquels le calcaire et l'argile s'associent, les alluvions des grands fleuves (Rhône, Pô, Gange, Nil, etc.,) où l'argile s'enchevêtre au sable et aux débris calcaires, tous ces terrains sans saillie, coulant par leur propre poids et leur consistance vers les déclivités et les bas niveaux, s'étalant en surfaces unies, sont à la fois pleins de promesses et de menaces. C'est la plaine, bien plus séduisante que la montagne et plus praticable; les plantes trouvent partout à plonger leurs racines dans ce sol toujours humide et sans pierres, et la végétation spontanée enrichit d'elle-même le terrain. Il appelle la charrue, et les populations s'y pressent irrésistiblement, luttant par une reproduction active, et aussi par l'immigration, contre la forte mortalité. La terre elle-même, à peine durcie par le feu, se prête à la confection des briques dont on édifiera les grandes villes avec une rapidité merveilleuse.

« Cependant, c'est incontestablement un sol perfide et dont les attributs essentiels tendent à abréger la vie et à diminuer la vitalité des habitants, si la réaction de l'hygiène n'est incessante et intrépide. L'humidité du sol et de l'atmosphère, les fermentations de toute nature au sein du sol, la qualité douteuse des eaux, l'infériorité des végétaux alimentaires, et par conséquent de la chair des ruminants qui s'en nourrissent aussi, telles sont les principales circonstances menaçantes, très ordinairement attachées aux sols argileux.

« Il va sans dire que ces dangers sont d'autant plus intenses que l'argile domine davantage ou règne exclusivement, et qu'ils sont modifiés en divers sens, par l'adjonction naturelle, à l'argile, de proportions variables de sable ou de calcaire ; de même, le mode suivant lequel ces correctifs sont répartis dans la masse argileuse a une importance plus ou moins décisive sur l'atténuation des influences propres de cette dernière.

« Les garanties les plus sérieuses sont la culture et le draînage (1). »

(1) *Eléments d'hygiène*, par Arnould. J.-B. Baillière et fils, éditeurs, Paris, 1881.

Digitized by Google

HUMIDITÉ DES CONSTRUCTIONS

Une maison humide présente de graves inconvénients, les personnes qui l'habitent sont sujettes aux douleurs rhumatismales et à toutes sortes de malaises ; d'autre part, les papiers de tenture, les boiseries ainsi que les peintures sont bientôt détruits.

Cette humidité peut provenir, soit du sol, soit de la construction elle-même, lorsque celle-ci est occupée avant que les maçonneries aient eu le temps de sécher, soit de causes accidentelles.

Examinons ces diverses causes d'humidité.

HUMIDITÉ PROVENANT DU SOL

Le sol est-il très humide ? le drainage seul peut parer d'une façon efficace à ce grave inconvénient.

Mais quelle que soit la nature du sol, pour que les constructions qui y sont édifiées soient préservées de l'humidité qu'il renferme toujours en quantité plus ou moins grande, suivant sa nature et la saison, il faut que ces constructions soient établies sur caves et encore faut-il que les rez-de-chaussée soient surélevés de quelques marches pour être complètement sains.

Lorsqu'une habitation est construite sur un sol constamment imprégné d'humidité, celle-ci peut, malgré les précautions précédemment indiquées, s'élever, par capillarité, à l'intérieur des maçonneries; dans ce cas, il est indispensable d'interposer dans celle-ci une couche de matière hydrofuge, à une certaine hauteur au-dessus du sol et en dessous des planchers du rez-de-chaussée. A cet effet, on emploie le ciment pur, l'asphalte (magasins à poudre) ou une lame de plomb (Mazas, Conservatoire des Arts et Métiers).

L'asphalte est préférable au ciment sujet à se fendiller ; le plomb est d'un excellent usage, mais à cause de son prix on ne l'emploie guère que pour les constructions, publiques ou privées, d'une certaine importance.

Dans le même ordre d'idées, Darcet a trouvé un enduit hydrofuge composé d'une partie de cire avec trois parties d'huile cuite, additionnée d'un dixième de son poids de litharge. Cet enduit, employé à chaud et en plusieurs couches sur les murs, les protège

Digitized by Google

de la façon la plus complète contre toute pénétration de l'eau ou de l'humidité extérieure, sous la condition que les murs soient parfaitement séchés au préalable. C'est grâce à cet enduit que les magnifiques peintures de Gros, faites à l'intérieur de la coupole du Panthéon, ont été préservées jusqu'à ce jour de toute trace de pluie et même d'humidité.

On ne saurait prendre trop de précautions pour empêcher l'humidité de pénétrer dans un mur; le salpêtrage s'y développe rapidement et alors les papiers de tenture, les boiseries, les peintures et même les enduits en plâtre ne peuvent résister et sont bientôt détruits.

Lorsque les portions de maçonneries salpêtrées sont peu étendues et voisines du sol, il est encore possible de remédier au mal ; le seul remède, vraiment efficace, consiste à démolir les maçonneries atteintes par petites parties et à les reconstruire avec des matériaux entièrement neufs. On interpose, à un niveau convenable, une couche hydrofuge pour éviter le retour des mêmes inconvénients.

Si une façade est construite en pierre de taille tendre et poreuse et si le mur a peu d'épaisseur, cas des étages supérieurs, il faut, quand les pierres sont parfaitement sèches, soit silicatiser la surface extérieure, soit la peindre avec l'enduit de Darcet.

HUMIDITÉ PROVENANT DE LA CONSTRUCTION

On ne doit peindre les enduits, poser les papiers de tenture et à fortiori habiter une maison neuve, tant que l'humidité des maçonneries et des plâtreries n'a pas complètement disparu.

Il est toujours nécessaire de faire sécher artificiellement les maisons d'habitation nouvellement construites ou les appartements récemment réparés. Ce séchage se fait en développant une ventilation énergique au moyen de feux allumés dans tous les foyers.

Une maison neuve peut être considérée comme suffisamment séchée et habitable lorsque de la chaux vive, placée dans des vases disposés au milieu des appartements, met plus de 48 heures pour se saturer.

HUMIDITÉ A LA SUITE D'INONDATION

Parmi les causes accidentelles d'humidité se trouve l'inondation.

Digitized by Google

Les habitations qui ont été envahies par les eaux doivent être l'objet de mesures toutes spéciales avant que ceux que le fléau a éloignés ne puissent rentrer.

Voici, à ce sujet, les prescriptions contenues dans l'ordonnance de police du 23 mai 1876 :

« Les habitations seront d'abord nettoyées, aussi rapidement et aussi complètement que possible, et débarrassées de toutes les immondices que l'eau aurait déposées dans leurs diverses parties.

« Le principal et le plus énergique agent d'assainissement des habitations sera l'aération continue et la ventilation la plus active.

« Celle-ci sera favorisée, partout où la chose sera possible, par un grand feu allumé et entretenu dans le foyer, toutes les issues de l'habitation étant ouvertes, afin de faire contribuer à l'assainissement l'air ainsi que la lumière et la chaleur du soleil.

« En même temps, on prendra soin d'établir autour de chaque maison, là où l'intérieur est souvent en contact du sol, une rigole de 3 à 5 décimètres de profondeur qui réalisera un des moyens les plus simples et les plus actifs d'égouttement.

« Il sera bon de gratter à vif les parois des murs dans les parties de l'habitation qui auront été le plus endommagées et où se seront accumulés les dépôts vaseux; les planchers, là où il en existe, seront aussi réparés avec soin, et le sol sera recouvert, soit d'une substance désinfectante, comme le charbon concassé, soit d'une matière imperméable, telle que le sable ou les dalles de pierre. Lorsque la maison aura plusieurs étages, on commencera d'abord par en habiter seulement les parties les plus élevées.

« On doit employer en même temps de grandes précautions pour assainir certains objets mobiliers, tels que les lits et paillasses, qu'il faudra renouveler ou remplacer, et qui, dans tous les cas, ne devront resservir qu'après avoir été desséchés complètement.

« Les procédés d'assainissement employés pour les habitations devront être appliqués avec non moins de vigilance aux étables et écuries, dans le but de prévenir les épizooties dont il n'est pas besoin de faire ressortir les déplorables conséquences.

Il est une particularité qu'il importe de signaler, bien qu'elle ne doive se produire qu'accidentellement ; c'est l'altération possible de l'eau des puits et des sources d'eau potable, dans le voisinage desquels se seraient trouvés des dépôts de matières en décomposition,

Digitized by Google

ou des amas de vase ou de débris organiques, ou encore qui auraient été souillées par les matières de fosses d'aisance défoncées; il suffit d'appeler l'attention sur ce fait.

INFLUENCE DES ACCIDENTS DU SOL

« D'une manière générale, les grandes altitudes non plus que les dépressions extrêmes ne sont pas favorables à la prospérité de notre espèce. Les altitudes, moins encore que les plaines basses; si les familles humaines sont saines sur la hauteur, tandis qu'elles portent avec elles quelques vices constitutionnels et héréditaires sur les vastes espaces déprimés, il est habituel cependant que les populations soient plus rares et plus pauvres en haut qu'en bas. Fonssegrives regarde comme les plus salubres de toutes, les villes des collines, c'est-à-dire celles qui occupent une position intermédiaire.

« Le libre accès et la vigueur des vents prévalent même sur la hauteur modérée, au point de vue de la salubrité des lieux; les immenses plaines des pampas, quoique très basses et sillonnées de fleuves d'une pente médiocre, sont salubres parce qu'elles peuvent recevoir les vents énergiques du sud-ouest et du sud-est, tandis que notre Algérie, même dans les points demi-élevés, souffre des émanations du sol parce qu'elle n'a pas de vents, mais des brises et que souvent les saillies du terrain sont disposées en cirques, où l'air se confine » (1).

(1) Arnould, *Eléments d'hygiène*, J.-B. Baillière et fils, éditeurs. Paris, 1881.

Digitized by Google

CHAPITRE III

EAU POUR LES USAGES DOMESTIQUES

SON IMPORTANCE

Tout le monde sait que l'eau est un des éléments nécessaires à la vie ; pour les neuf dixièmes des hommes, suivant Hallé, elle constitue encore l'unique boisson ; elle sert également à divers usages, tels que la préparation et la cuisson des aliments, le blanchissage du linge et à divers soins de propreté et de nettoyage.

Pour tous ces emplois, elle n'a pas besoin d'avoir les mêmes qualités ; tandis que pour les premiers, il faut de l'eau dite potable ; pour les autres, une eau claire et limpide peut suffire au besoin ; mais il est évident que c'est, avant tout, l'eau potable qu'il faut arriver à pouvoir distribuer dans toutes les maisons habitées.

La grande utilité pour tous les centres de population de posséder une distribution d'eau de bonne qualité a toujours été comprise et l'on voit les conseils municipaux des plus modestes communes se préoccuper d'assurer à leurs concitoyens des eaux convenables pour les usages domestiques.

Chose remarquable, les hommes, tout en parvenant à s'habituer à des eaux de mauvaise qualité, ne perdent point pour cela la faculté de reconnaître rapidement des eaux de bonne qualité et de les préférer à celles chargées de matières salines ou organiques. Aussi, aucune amélioration urbaine n'est-elle mieux appréciée que le perfectionnement de la distribution des eaux sous le rapport de la qualité et de la quantité.

Examinons donc quelles sont les propriétés de l'eau et surtout quels sont les caractères distinctifs d'une bonne eau potable.

PROPRIÉTÉ DE L'EAU

Pure, elle est incolore, sans saveur, ni odeur. Dans la nature, on ne la rencontre jamais en cet état ; elle contient toujours en disso-

Digitized by Google

lution des matières solides qu'elle prend aux couches des terrains qu'elle traverse, des gaz qu'elle prend à l'air et des matières organiques en dissolution ou en suspension, qu'elle prend au sol ou à l'air.

L'eau de pluie, elle-même, n'est pas pure; elle contient des gaz, des matières solides organiques et inorganiques tenues en suspension dans l'air et parfois de l'acide azotique ou des sels ammoniacaux.

Le dépôt solide qui se produit dans tous les vases où l'on fait bouillir l'eau, met en évidence la présence des sels; quant à celle des gaz on la démontre en faisant bouillir l'eau dans un petit ballon en verre rempli ainsi que son tube et en plaçant une éprouvette sur l'ouverture de celui-ci.

Les principales substances qu'on rencontre dans les eaux naturelles sont: la chaux, l'alumine, le fer, la magnésie, la soude, la potasse, l'ammoniaque, les acides silicique, sulfurique, chlorhydrique, phosphorique, azotique et carbonique. On y rencontre également des traces de brôme, d'iode, etc., qui exercent une action importante sur la qualité hygiénique de l'eau; des matières organiques très variables dont l'influence est toujours fâcheuse; ajoutons enfin, des gaz dissous empruntés généralement à l'atmosphère.

SUBSTANCES UTILES ET SUBSTANCES NUISIBLES QU'ON PEUT RENCONTRER DANS UNE EAU NATURELLE

Parmi les substances utiles, il faut citer : l'air atmosphérique, l'acide carbonique, le chlorure de sodium, le bi-carbonate de chaux, l'iode, etc., etc.

Toutes les eaux potables renferment de l'iode, mais en quantités infiniment petites; on attribue à son absence, dans certaines eaux de la Suisse, le crétinisme, c'est-à-dire, l'arrêt du développement physique.

D'autres savants (M. Boussingault en particulier) attribuent le goître et le crétinisme à l'absence d'oxygène; enfin d'autres, à un excès de magnésie.

Parmi les substances nuisibles, il faut citer tous les sels terreux et autres, sauf le bi-carbonate de chaux et de chlorure de sodium, en petite quantité, et enfin les matières organiques.

Digitized by Google

Toutes les eaux contenant des matières organiques sont dangereuses à boire; elles agissent intérieurement comme les miasmes agissent extérieurement; telles sont les eaux stagnantes, celles des puits dans le voisinage des fosses ou des puisards non parfaitement étanches ou encore, celles provenant du voisinage de certaines industries, telles que féculeries, distilleries, rouissage de chanvre, etc., etc.

Suivant Hallé : « Les eaux, lors même qu'elles ne recèlent que des quantités inappréciables de substances organiques en putréfaction et des produits gazeux de leur décomposition, ne sont jamais saines et leurs effets nuisibles se manifestent à la longue; c'est ainsi qu'elles amènent peu à peu la débilitation des forces gastriques, la décoloration des tissus rouges, les fièvres intermittentes, les engorgements des viscères abdominaux, l'asthénie générale. »

Il est à remarquer que, jusqu'à présent, l'analyse chimique est impuissante à révéler la présence des matières organiques dans une eau, quand ces matières se trouvent en petites quantités; très souvent des eaux, considérées comme pures par les chimistes, ont donné lieu, par leur usage, à de graves épidémies.

L'analyse chimique ne suffit donc pas pour s'assurer de la valeur hygiénique d'une eau destinée à la boisson; il est indispensable de s'assurer en outre, par une espèce d'enquête, que ceux qui en boivent habituellement n'ont éprouvé aucun inconvénient de son usage.

DIVERSES DÉNOMINATIONS DONNÉES AUX EAUX NATURELLES

Les eaux de pluie, de rivière et de source sont appelées *eaux douces*, par opposition à celles des mers et de certains lacs qui sont salées.

Elles sont dites *minérales*, quand elles contiennent en dissolution des substances minérales qui les font employer par les médecins.

Elles sont dites *aérées*, *légères*, quand elles contiennent une quantité convenable d'air atmosphérique et d'acide carbonique.

Elles sont *douces*, propres à tous les usages domestiques et par conséquent au blanchissage du linge et à la cuisson des légumes secs, quand elles ne contiennent pas une trop grande quantité de sels calcaires et notamment de sulfate de chaux; dans ce cas, elles

Digitized by Google

dissolvent le savon sans former de grumeaux et cuisent les légumes secs sans les durcir.

Elles sont *crues* et impropres aux usages domestiques, lorsqu'elles sont trop chargées de sels terreux ; parmi ces dernières, on distingue celles chargées de sulfate de chaux dites eaux *séléniteuses* et celles qui sont chargées de carbonate de chaux et de magnésie. Les unes et les autres sont non seulement impropres à la boisson, mais également au savonnage et à la cuisson des légumes : au savonnage, parce que la chaux (sauf à l'état de carbonate) et la magnésie se combinent avec l'acide gras du savon pour former un corps insoluble se présentant sous l'aspect de grumeaux ; à la cuisson des légumes secs, parce qu'elles les durcissent, ces mêmes bases formant avec certains acides des plantes des sels insolubles qui restent fixés dans les tissus de ces dernières.

Elles sont dites *putrides, marécageuses ou fétides* quand elles contiennent une assez grande quantité de matières organiques pour que l'on puisse s'en apercevoir à leur odeur désagréable.

Une eau est dite *pure et potable*, quand elle ne contient que des substances utiles et en proportions convenables.

EAU POTABLE — SES CARACTÈRES

L'eau potable est une eau naturelle qui peut être employée sans inconvénient comme boisson et à tous les usages domestiques ; elle ne doit contenir les substances précédemment énumérées qu'en petite quantité et marquer de 15 à 25 degrés hydrométriques au plus.

On la reconnaît aux caractères suivants : elle est limpide, fraîche, sans odeur ni saveur désagréable, fade, piquante, salée ou douceâtre et bien aérée. Elle ne se trouble pas par l'ébullition, laisse un résidu très faible après l'évaporation, dissout l'eau de savon en formant un précipité peu abondant, cuit les légumes secs sans les durcir, enfin elle ne se trouble pas et ne prend pas d'odeur fétide après un séjour prolongé dans une carafe, par exemple, et à l'abri des poussières de l'atmosphère.

Limpidité. — L'eau potable est parfaitement incolore et transparente. Lorsqu'une eau manque de limpidité, c'est qu'elle contient des matières organiques ou minérales en dissolution ou en suspension.

Digitized by Google

Contient-elle des matières organiques, elle doit être rejetée d'une façon absolue pour les usages domestiques ; le manque de limpidité est-il dû seulement à des matières minérales non solubles et seulement en suspension (cas des eaux de rivières après une crue), elle ne saurait être bue en cet état, mais peut devenir bonne après une simple filtration faite dans des conditions convenables. Les matières terreuses en suspension dans l'eau, non seulement la rendent lourde et indigeste, mais elles contribuent également à amener un désordre dans les fonctions digestives, par le dégoût qu'elles causent quand on en fait usage comme boisson.

Toutefois, il ne suffit pas qu'une eau soit limpide pour être considérée comme potable, car un très grand nombre d'eaux très impures conservent une transparence parfaite.

Fraîcheur. — Une température constante de 6 à 10 degrés, que l'on trouve modérée en hiver et fraîche en été, est une des conditions hygiéniques importantes et indispensables pour une eau destinée à la boisson et qui ne se trouve guère réalisée que dans les eaux de source.

En effet, l'hiver, quand le corps est déjà soumis à une atmosphère glacée, disposant l'appareil pulmonaire à se fluxionner et les membranes muqueuses à prendre l'état catarrhal, l'usage d'une eau à peu près à la température de la glace fondante, comme le sont alors les eaux de rivière, n'est pas sans inconvénients.

Pendant l'été, au contraire, la fraîcheur est une condition indispensable et encore bien plus importante pour l'eau potable, que son état tempéré durant l'hiver.

C'est un fait bien connu que l'eau froide ou du moins celle qui paraît telle en été, parce que sa température est alors beaucoup moins élevée que celle de l'atmosphère, en même temps qu'elle plaît au palais et à l'estomac, apaise la soif, procure instantanément un sentiment de bien-être, et ranime les forces, soit par son action tonique sur l'estomac et sa réaction sur tout l'organisme, soit en modérant, par sa fraîcheur, la transpiration trop active de la peau.

Il est malsain, à la vérité, de boire de l'eau froide quand le corps est échauffé par un exercice violent; mais ce n'est là qu'une exception qui n'affaiblit en rien la règle générale. D'ailleurs, l'eau froide, dans ce cas même, n'offre pas de danger si l'on continue à exercer

Digitized by Google

le corps comme avant d'avoir bu. C'est ainsi que les touristes et les chasseurs de chamois, qui gravissent les Alpes, boivent de l'eau glacée sans inconvénient, quand ils reprennent leur marche immédiatement après.

Rien n'est plus désagréable et plus nuisible, durant les chaleurs, que l'usage d'une eau paraissant tiède quand on la boit. Cette eau, quelle que soit d'ailleurs son excellence sous le rapport des substances qu'elle tient en dissolution, ne désaltère pas ; on est amené à en boire de grandes quantités pour apaiser la soif et cela sans y arriver.

De cette absorption immodérée d'eau, résultent des sueurs énervantes et un débilitement de l'estomac qui se réfléchit sur tous les autres organes. C'est là une des causes de la plupart des maladies que l'on observe vers la fin de chaque été, telles que les diarrhées, les dyssenteries, les engorgements de foie, les gastro-entérites, certaines fièvres, etc., etc.

Odeur et saveur. — L'eau pure de tout principe malsain étant sans odeur ni saveur, s'il arrive que des eaux destinées aux usages domestiques ont une odeur quelconque, une saveur désagréable, fade, salée, douceâtre, elles doivent être réputées non potables.

Quand une eau a une odeur, c'est une eau minérale ou une eau altérée par des matières organiques.

Une saveur quelconque, autre que cette saveur franche et sans caractère spécial, propre aux bonnes eaux potables, est, comme toute odeur, l'indice que l'eau contient quelques substances étrangères.

Cependant, une eau peut être rendue piquante par une grande quantité d'acide carbonique, et être cependant très propre à la boisson. Les habitants des pays où existent des sources d'eau gazeuse, par la présence d'une certaine quantité d'acide carbonique, en font un usage habituel, sans le moindre inconvénient.

La saveur ne permet pas de découvrir, d'une manière certaine, la présence de matières organiques, quand celles-ci sont en faible quantité et surtout lorsqu'elles ne sont pas à l'état putréfié.

De ce qui précède, il résulte donc que toute saveur, excepté celle due à la présence d'acide carbonique, suffit pour faire rejeter une eau, mais que ce caractère peut manquer, sans que pour cela l'eau ne soit de bonne nature.

Digitized by Google

DES DIVERSES EAUX POTABLES

Parmi les eaux potables, il faut citer les eaux de citerne, de puits, de rivière et celles de source.

Les eaux de citerne proviennent des eaux pluviales qui coulent sur les toits des constructions ; dans leur trajet elles entraînent avec elles, surtout après une longue sécheresse, une certaine quantité de matières minérales et organiques ; aussi, particulièrement en automne, elles deviennent fades, désagréables et même dangereuses. On peut atténuer en grande partie ces causes d'insalubrité au moyen de citernes bien aérées et en faisant couler au dehors la première eau qui tombe sur les toits.

Les eaux de puits provenant de terrains calcaires et perméables sont souvent de bonne qualité, mais il y a toujours à craindre leur contamination par le voisinage de fosses ou de puisards.

Les eaux de rivière sont parfois potables, mais elles laissent toujours à désirer au point de vue : 1° de leur température trop froide en hiver et trop chaude en été, — 2° de leur pureté, étant, à chaque crue, toujours chargées plus ou moins de sels terreux. En outre à l'aval des villes elles sont toujours plus ou moins chargées de matières organiques.

Ce sont les sources qui fournissent les eaux de meilleure qualité, d'une température relativement fraîche en été et tempérée en hiver, d'une composition à peu près constante, indépendante des pluies et ne renfermant que peu ou point de matières organiques (1).

Aussi, est-ce aux sources que l'on a recours le plus possible pour l'alimentation des distributions d'eau.

DES FILTRES

Il peut arriver qu'on soit complètement privé d'eau potable et qu'une eau même provenant d'une distribution municipale ait besoin, malgré une première clarification, d'une épuration plus complète avant de pouvoir servir, sans inconvénient, aux principaux usages domestiques tels que : boisson, savonnage et cuisson des légumes.

(1) Nous donnerons plus loin, en parlant de l'épuration des eaux d'égoût, l'explication scientifique de ce fait qui peut paraître étrange au premier abord.

Digitized by Google

Dans ce cas on a recours à la filtration, seul moyen pratique d'améliorer la qualité de l'eau ; malheureusement il y a peu de filtres artificiels capables d'épurer, d'une façon complète, une eau impure contenant par exemple des matières organiques en dissolution, matières organiques toujours dangereuses pour les usages domestiques et d'autant plus dangereuses que souvent elles ne sont pas apparentes.

Avec la plupart des filtres employés dans la maison et désignés généralement sous le nom de fontaines filtrantes, on n'opère qu'une épuration mécanique : l'eau passe rapidement et par son propre poids à travers une ou plusieurs substances plus ou moins poreuses ou spongieuses, ne faisant que retenir les particules tenues en suspension ; encore faut-il fréquemment remplacer ou laver à fond la matière filtrante qui, sans cette précaution, s'encrasse à tel point que l'eau, au bout d'un certain temps d'usage de l'appareil, est moins pure après le filtrage qu'avant.

Pour qu'une fontaine filtrante donne une épuration complète de l'eau, il faut : 1° que la disposition ou le fonctionnement de l'appareil permette un facile renouvellement d'air, 2° que le réservoir d'eau soit parfaitement clos et à l'abri des poussières et des mauvaises odeurs, 3° et que les substances employées au filtrage soient inaltérables, non putrescibles et capables, non seulement d'arrêter toutes les matières solides en suspension, mais aussi d'emmagasiner une grande quantité d'oxygène, de façon à brûler les matières organiques en suspension ou à l'état liquide que l'eau peut entraîner, ou encore que ces substances soient de nature à arrêter tous les germes et toutes les matières organiques contenues dans l'eau, quelle que soit la ténuité de leurs dimensions,

La pierre poreuse, les grès, le sable, etc., etc., employés comme corps filtrants sont insuffisants, car ils se bornent à arrêter les matières en suspension ; il en est de même des corps filamenteux d'origine organique qui ont en outre le grave inconvénient d'être putrescibles.

Les corps filamenteux d'origine minérale, tels que la laine de scories, présentent de meilleures qualités filtrantes, mais on ne connaît pas encore leur puissance d'oxydation sur les matières organiques.

Les charbons présentent tous des inconvénients, malgré leurs propriétés antiseptiques ; les charbons de bois, de tourbe ont peu

Digitized by Google

d'influence sur l'oxydation des matières organiques en dissolution et sur la décoloration de l'eau filtrée. Le noir animal en grains possède un grand pouvoir décolorant et une grande action oxydante sur les matières organiques en dissolution, mais ne parvient pas cependant à les oxyder complètement, car de l'eau filtrée, sur du noir animal et conservée un certain temps, laisse apparaître un développement d'organismes inférieurs qui rendent dangereux son usage comme boisson.

Dans le laboratoire de M. Pasteur, pour obtenir des liquides complètement stérilisés et exempts de microbes, on leur fait traverser, au moyen d'une forte pression, un bloc de porcelaine poreuse ; c'est le principe appliqué à divers filtres tels que ceux de Chamberland, de Salleron et de Maillé que nous allons décrire.

Rappelons tout d'abord que pour ces filtres, comme pour tous les autres, il est de la plus grande importance d'entretenir la matière filtrante dans un très grand état de propreté et cela par un lavage fréquent.

Filtre Chamberland. — Il se compose d'un tube en porcelaine dégourdie placé dans un autre tube métallique de plus grand diamètre. L'eau est amenée sous pression entre les deux tubes et s'écoule par l'intérieur du tube en porcelaine.

Grâce à un ajutage situé à la partie supérieure de l'appareil, on peut adapter celui-ci à un robinet de distribution d'eau.

Avec un tube de $0^{m}20$ de longueur sur $0^{m}025$ de diamètre, une pression d'eau de 20 mètres, on arrive à filtrer 20 litres par jour.

Filtre Salleron construit par Blondel et Croppi. — Le principe de ce filtre est le même que celui du précédent ; la porcelaine, organe filtrant du premier, est remplacée ici par un cylindre creux en pierre siliceuse. L'organe filtrant est logé dans une enveloppe cylindrique en cuivre dont le couvercle est muni d'un ajutage au moyen duquel on relie l'appareil à la distribution d'eau ou à un réservoir assez élevé pour donner une pression suffisante.

L'ensemble constitue un appareil rustique, solide et donnant une filtration assez rapide.

Filtre Maillé. — Comme les précédents, il possède à sa partie supérieure un ajutage qui permet de l'adapter à un robinet de distribution d'eau. Celle-ci, sous pression, traverse, de l'intérieur à l'extérieur, une sorte de cloche renversée, en porcelaine, servant de

Digitized by Google

corps filtrant. Cette cloche, sauf une armature située à la partie supérieure, est entourée par une autre cloche renversée, en cristal épais, laissant voir le fontionnement du filtrage. Avec cet appareil qui n'a que 0m30 de hauteur, on obtient 60 à 80 litres d'eau filtrée par jour.

Le vide intérieur de la cloche en porcelaine constitue un réservoir d'air qui a le double avantage d'éviter les coups de bélier et d'aérer un peu l'eau, à condition, bien entendu, que le fonctionnement de l'appareil ne soit qu'intermittent.

Filtre Maignen. — Un filtre très répandu en Angleterre, où souvent l'eau même de distribution laisse fort à désirer, est le filtre Maignen.

En voici la description empruntée à la *Nature.*

Sur un cône en terre cuite, percé de trous qui doivent livrer passage à l'eau filtrée et prolongé par deux cylindres de faible diamètre, on fixe un tissu spécial en amiante. A sa surface on dispose uniformément une couche de charbon extrêmement fin obtenu à l'aide d'une préparation particulière, dite *carbo-glacis.*

Par-dessus cette poudre impalpable on place du *Carbo-glacis* en grains, et cet ensemble est contenu dans un vase en grès, libre sur sa grande base par laquelle on verse l'eau à filtrer. Ce vase est percé d'un trou sur sa petite base et c'est par là que l'eau s'écoule dans le réservoir. Un chapeau en grès percé de trous maintient le charbon. L'air circule librement dans la chambre du réservoir où tombe l'eau filtrée qui se trouve ainsi parfaitement aérée.

L'eau amenée à la partie supérieure traverse d'abord les interstices laissés entre les grains de charbon et se purifie en partie, puis arrive à la couche de poudre et à l'amiante sur lesquels s'opère le travail le plus intéressant de la purification chimique.

Pour étendre la couche de poudre, on jette ce *carbo-glacis* dans un vase plein d'eau et on verse ce mélange comme si on voulait le filtrer. Le charbon se dépose sur l'amiante. On répète ce manège jusqu'à ce qu'on ait l'épaisseur voulue.

Une substance présentant les qualités voulues pour l'épuration chimique de l'eau est l'éponge de fer obtenue par la calcination

Digitized by Google

lente et sans fusion d'un minerai de fer ; l'eau filtrée avec cette substance ne renferme plus trace de matières organiques.

Les fontaines filtrantes dont nous venons de parler ont le grand avantage de tenir peu de place et de bien s'accommoder aux exigences de la vie dans un centre de population. Mais, dans le cas où la place ne ferait pas défaut, il nous paraît possible de construire une fontaine filtrante très économique et parfaite au point de vue de l'épuration, en se basant sur le pouvoir épurateur du sol, connu depuis longtemps et dont l'explication scientifique a été trouvée par MM. Schlœsing et Muntz.

Le filtre de cette fontaine serait formé de sable fin, siliceux ou calcaire, parfaitement lavé et disposé dans un cylindre vertical de deux mètres de hauteur, en poterie de grès émaillé. Le fond serait formé d'une plaque circulaire épaisse, un peu en forme de cuvette, de même nature que le cylindre et percée d'un grand nombre de petit trous. Au fond du cylindre on disposerait du gravier assez gros pour empêcher l'obstruction des petits trous qui serviraient à la sortie de l'eau épurée.

Avec un filtre de ce genre, étant donné surtout qu'il s'agirait d'épurer une eau au moins déjà clarifiée, il est certain qu'on obtiendrait un résultat des plus satisfaisants. Ce filtre pourrait présenter en outre cet avantage qu'en réglant la venue d'eau et en apportant de l'intermittence dans celle-ci, par l'usage de deux appareils au besoin, il n'y aurait pas nécessité de remplacer ou de laver le sable qui sert de matière filtrante.

DISTRIBUTION D'EAU INTÉRIEURE

Dans presque toutes les villes où il y a une distribution d'eau, celle-ci est mise à la disposition du public soit à l'aide de bornes fontaines placées dans les rues, soit au moyen de branchements particuliers pénétrant à l'intérieur même de la maison d'habitation, soit le plus souvent par les deux procédés.

La distribution par bornes fontaines est gratuite ; celle par branchements particuliers donne lieu à des concessions sujettes à redevance.

Digitized by Google

Ces concessions, suivant les villes, ont lieu de diverses façons : soit par abonnement sans jaugeage, à l'aide d'un robinet libre dont le débit est réglé de façon à permettre à l'abonné de prendre au maximum la quantité d'eau déterminée dans sa police d'abonnement ; soit par abonnement avec jaugeage au moyen d'un robinet de jauge débitant d'une manière continue un volume d'eau fixé en vingt-quatre heures ou pendant le temps que dure la distribution journalière, si celle-ci n'a pas lieu toute la journée ; soit enfin, par abonnement avec jaugeage à l'aide d'un compteur à eau.

Ce dernier mode tend à prévaloir ; il a pour les villes un grand avantage : celui d'intéresser les propriétaires à entretenir en bon état les canalisations à l'intérieur de leurs propriétés et d'éviter des pertes d'eau qui s'élèveraient sans cela à un total important. En effet, les compteurs étant placés sur le branchement particulier à l'intérieur de la propriété et contre la voie publique, toute eau, perdue par fuite dans la propriété, se trouve enregistrée comme l'eau utilisée et le propriétaire est obligé de la payer comme cette dernière. Aussi, le concessionnaire a-t-il tout intérêt à supprimer les fuites qui lui sont d'ailleurs révélées par une dépense d'eau extraordinaire et à faire entretenir en bon état toute sa canalisation privée.

Malheureusement les compteurs à eau coûtent cher et sont parfois d'une installation difficile ; aussi, dans un certain nombre de villes d'Angleterre et d'Amérique on a cherché à éviter les pertes d'eau par les fuites sans faire usage du compteur ; on y est arrivé par l'organisation d'un service municipal d'inspecteurs des canalisations privées.

Voici comment procède ce service : les inspecteurs, à l'aide d'une clef en acier, auscultent le robinet de barrage extérieur de chaque habitation ; quand ils constatent un bruit spécial causé par l'eau en mouvement, ils ferment le robinet ; si le bruit persiste c'est que la fuite existe, soit dans la canalisation publique, soit dans le robinet de barrage, lequel doit être dépourvu de toute ouverture de vidange ; si le bruit cesse, c'est que la fuite est intérieure. L'inspecteur inscrit ses observations sur un carnet et en extrait une note qu'il transmet à une équipe de plombiers ; ceux-ci, munis d'outils, se rendent aux endroits signalés, découvrent promptement le siège précis des fuites et font sur-le-champ, sans aucune rétribution, les réparations nécessaires.

Digitized by Google

DES RÉSERVOIRS D'EAU ET DE LA CANALISATION PRIVÉE

Dans certaines villes, comme Paris, Londres, où la distribution d'eau aux particuliers ne dure, pour chaque quartier, que quelques heures par jour, il est nécessaire de posséder, dans chaque maison, un réservoir d'eau situé dans les combles du bâtiment. L'eau séjournant dans le réservoir, il en résulte ce grave inconvénient qu'elle est chaude en été et froide en hiver ; de plus, si le réservoir n'est pas parfaitement clos, elle peut être contaminée par l'atmosphère ambiante, viciée elle-même par des causes diverses, par les émanations provenant, entre autres, des tuyaux d'évent des fosses.

Dans les villes, au contraire, où la distribution d'eau est continue, on n'emploie pas de réservoirs et l'alimentation d'eau peut se faire directement pour chaque logement, au moyen de branchements secondaires greffés sur la conduite privée principale.

Pour les deux cas, il importe d'observer certaines règles dans la pose de ces différentes canalisations.

La conduite principale, greffée sur la conduite publique, doit, sous la chaussée, rester à une profondeur d'au moins un mètre, pour éviter toute congélation l'hiver et conserver la fraîcheur voulue pendant l'été. Après avoir traversé le mur de la maison situé en façade, elle aboutit au compteur d'où elle repart en suivant, autant que possible, suspendue par des colliers à la voûte de la cave, un couloir commun, afin de ne pas obliger, soit pour la surveillance, soit pour les réparations, à entrer dans une cave particulière. Pour les mêmes motifs, elle doit monter dans un des angles de la cage de l'escalier de service à l'extérieur des logements et être disposée de façon à pouvoir être visitée entièrement et réparée sans rien démolir, tout en étant préservée des températures extrêmes au moyen d'enveloppes en corps mauvais conducteurs de la chaleur. Elle ne doit présenter, nulle part, de points bas formant siphon et s'opposant à la vidange complète.

Les mêmes observations sont applicables aux conduites secondaires.

Des robinets doivent être installés en plusieurs points du parcours ; il en faut :

1° Un d'arrêt, à l'origine, près la conduite publique, lorsque cette

Digitized by Google

jonction a lieu dans un égout ou, dans le cas contraire, contre la propriété et sur la voie publique ; ce robinet ne doit être manœuvré que par les agents du service des eaux ;

2° Un en cave à la sortie du compteur, à l'abri de toute congélation, permettant d'arrêter la venue d'eau et de vider en même temps d'une façon complète la canalisation privée la nuit, en temps de fortes gelées (exigé dans la plupart des règlements municipaux);

3° Un de barrage, plombé par la ville (dans le cas d'abonnement à robinet libre), à l'origine de chaque branchement secondaire pour appartement. Ces robinets doivent être tels, qu'en même temps qu'ils font barrage, ils vident la canalisation secondaire. Ils ne sont utiles, bien entendu, qu'autant que les abonnements ont lieu par logement, ils permettent alors, dans le cas de chômage prolongé, la suspension de la prime d'abonnement pendant le temps correspondant.

4° Enfin, chaque logement doit être muni de robinets à fermeture automatique et sans choc, donnant l'eau à une hauteur suffisante au-dessus des cuvettes ou appareils d'évacuation pour éviter le contact des eaux sales.

NATURE DE LA CANALISATION

Toutes les canalisations privées, même pour la partie sous la chaussée publique, se font généralement en tuyaux de plomb.

Cependant, en 1873, il fut fait beaucoup de bruit à Paris, au sujet des dangers d'intoxication des eaux par les conduites en plomb et une pétition, signée de 900 médecins, concluait à l'interdiction absolue de ce métal et à son remplacenent par la fonte, le fer ou le plomb doublé d'étain.

Voici, à cet égard, les faits dûment constatés :

1° Toutes les eaux potables empruntent aux tuyaux de plomb dans lesquels elles séjournent, même s'ils sont incrustés de calcaire, une quantité de métal toxique en général minime ;

2° Cette quantité varie avec la nature des eaux ; elle augmente avec leur pureté et leur aération ; elle peut devenir dangereuse avec les eaux de pluies (pluies d'orage) ;

3° Il est imprudent de boire de l'eau ayant séjourné quelque temps dans les tuyaux neufs ou vieux en plomb, surtout si elle est bien aérée.

Digitized by Google

Or, comme l'emploi des matériaux recommandés par les médecins en question est d'un usage peu commode et peu pratique, on continue à se servir du plomb, qui se prête aux changements de direction et aux raccords nécessaires pour les branchements. Au surplus il est facile d'éviter les inconvénients signalés, en laissant, dans le cas d'un arrêt prolongé, couler l'eau quelques secondes avant de la recueillir et nous pensons qu'il suffit, pour obéir aux prescriptions de l'hygiène, de ne maintenir l'interdiction complète du plomb que pour la construction des réservoirs d'eau lorsqu'il y a lieu d'en faire.

PRIX DU MÈTRE CUBE D'EAU DANS DIFFÉRENTES VILLES

Paris, Rennes, Rouen, Le Havre.	0.30
Orléans.	0,27
Clermont	0,25
Toulouse, Valenciennes	0,20
Lyon, Reims, Angers.	0,18
Bordeaux	0,15
Lille, Dijon	0,14
Fribourg, Bruxelles	0,11
Nancy, Limoges.	0.10
Tours.	0,08 à 0.13
Genève	0,08 à 0,10
Roubaix et Tourcoing.	0,07, 0,09 à 0,12
Berne et Bienne.	0.07
Grenoble	0,055

Digitized by Google

CHAPITRE IV

DRAINAGE DES RÉSIDUS DOMESTIQUES

DES RÉSIDUS DOMESTIQUES

Pour qu'une habitation soit saine, il faut, ainsi que nous l'avons dit au début de cette étude, que l'habitant puisse évacuer, au fur et à mesure de leur production, les détritus de toute nature, solides ou liquides, produits par la vie journalière, à l'intérieur de la maison. En effet, ces détritus, par leur nature organique, non seulement donnent lieu à des odeurs désagréables, mais ils constituent un milieu favorable au développement des germes et ferments des maladies zymotiques ; leur éloignement rapide est donc évidemment une condition absolue de l'hygiène de la maison.

Quelque nombreux et variés que soient ces détritus, on peut les faire rentrer dans une des catégories suivantes :

1° Résidus solides de cuisine et autres de la maison ;
2° Eaux ménagères de cuisine, de toilette, etc., etc. ;
3° Matières de vidange ;
4° Enfin, les courants d'air vicié qui peuvent provenir des ouvertures et conduites d'évacuation.

Nous allons examiner successivement ces différentes catégories de détritus et les modes pratiques d'évacuation qui satisfont le mieux les lois de l'hygiène.

DRAINAGE

DES RÉSIDUS SOLIDES DE CUISINE ET AUTRES DE LA MAISON

En France, dans les villes, les résidus solides de cuisine et autres de la maison, sont généralement apportés chaque jour, dans la matinée, sur la voie publique, versés sur les tas de détritus provenant du balayage des chaussées et emmenés avec ceux-ci.

A Paris, avant 1870, ces résidus domestiques pouvaient être portés sur la voie publique de 7 heures du soir à 7 heures du matin.

Digitized by Google

Ce système, surtout pendant la saison chaude, présente divers inconvénients: 1° Infection de l'habitation par le séjournement à l'intérieur des résidus, séjournement qui peut durer parfois plus de trente heures, si, par suite d'oubli, ils n'ont pas été descendus sur la voie publique à temps voulu ; 2° Infection, pendant toute la nuit, de la voie publique sur laquelle ils se trouvent déposés; 3° enfin, éparpillement sur la chaussée, de ces détritus, soit par le vent, soit par le fait de la circulation.

Le 11 septembre 1870 il fut rendu, à Paris, une ordonnance par laquelle les résidus doivent être déposés dans un récipient spécial et conduits sur la voie publique seulement au moment du passage du tombereau qui a lieu entre 5 et 7 heures du matin. C'est là un progrès pour la salubrité des voies publiques, mais progrès obtenu aux dépens de celle de l'habitation, puisque celle-ci est obligée ainsi de garder à son intérieur les détritus pendant un temps plus long.

Pour éviter ces inconvénients, dans beaucoup de maisons à Paris, il a été installé des récipients généraux dans lesquels chaque locataire peut déposer ses résidus à toute heure de la journée.

Ces récipients généraux sont devenus obligatoires pour chaque maison, mais le concierge n'est astreint à les tenir à la disposition des locataires que pendant quelques heures (1).

Or, même avec le récipient général, placé dans une cour à la libre disposition des locataires, on n'arrive pas à obtenir le départ immédiat de l'habitation des résidus solides, seule et vraie solution du problème. En effet, chaque sortie demande un certain temps et une certaine fatigue; aussi, en réalité, chaque appartement comporte un récipient spécial qui n'est vidé que le matin dans celui de la maison.

Cette question du départ rapide et simple des résidus domestiques, non encore résolue en France, n'est cependant pas insoluble.

Depuis longtemps, dans beaucoup de villes d'Angleterre et d'Amérique, on est arrivé à le résoudre d'une façon suffisamment satisfaisante au point de vue hygiénique.

A cet effet, chaque maison d'habitation est munie de tuyaux de chute verticaux, disposés à l'extérieur de la façade secondaire et desservant toutes les cuisines ou tout au moins tous les paliers des

(1) Ordonnance Poubelle.

Digitized by Google

escaliers de service, au moyen d'une trémie prolongée par un tuyau vertical qui aboutit, au rez-de-chaussée, à un récipient général. Le récipient est formé par un espace clos, muni de portes, construit le plus souvent en maçonnerie enduite de ciment ; on le vide une fois ou deux par semaine. Le départ du logement des résidus solides pouvant ainsi se faire sans perte de temps et sans fatigue, l'on n'a plus à redouter autant la négligence des habitants.

Cette solution, bien que déjà très préférable au système adopté aujourd'hui à Paris, peut être facilement améliorée. Il faut, pour cela, que la trémie soit extérieure afin d'éviter tout retour d'émanations désagréables à l'intérieur de la maison et que le récipient soit mobile et vidé chaque jour. Ce dernier doit être construit solidement en tôle galvanisée et placé dans une sorte de guérite fermée et surmontée d'une hotte servant de base au tuyau de chute lequel doit être prolongé jusqu'en haut de la maison.

La ventilation naturelle, produite dans la colonne de chute, suffira généralement pour qu'on ne ressente aucune odeur désagréable; dans le cas contraire il sera facile d'y obvier, soit au moyen de désinfectants placés dans le récipient, soit au moyen de la ventilation rendue plus énergique à l'aide d'un foyer, d'un simple bec de gaz par exemple.

Tout cet ensemble ne peut naturellement trouver sa place que dans les courettes intérieures.

Cette disposition se rencontre d'ailleurs en Angleterre et en Amérique, dans la plupart des immeubles d'une certaine importance.

DRAINAGE DOMESTIQUE INTÉRIEUR

Pour les diverses autres catégories de résidus domestiques, eaux ménagères et de toilette, eaux vannes et matières fécales, il n'est généralement pas possible de placer extérieurement au logement les orifices d'évacuation. Or ceux-ci (1), pour des causes variées, telles que changement de température ou de pression atmosphérique, appels occasionnés par des foyers intérieurs, etc., etc., peuvent devenir des ouvertures d'introduction d'air vicié provenant de la

(1) Water-Closet, pierre d'évier, cabinet de toilette.

Digitized by Google

canalisation et par suite de ferments et virus tenus en suspension dans cet air. Ils offrent, non seulement l'inconvénient d'introduire de mauvaises odeurs à l'intérieur du logement, mais aussi le danger d'empoisonner à la longue, par la respiration de gaz toxique, et même, d'être une cause d'empoisonnement brusque, par les virus de maladies zymotiques tenus en suspension dans l'air vicié.

En outre, ces orifices du drainage domestique, en établissant des communications permanentes entre les divers appartements ou logements d'une maison, ont le grave défaut de rendre ainsi toutes ces atmosphères voisines solidaires les unes des autres. Si donc, l'air de l'une d'entre elles se trouve contaminé par une cause accidentelle spéciale, telle que la présence d'un malade atteint de choléra ou de fièvre typhoïde, tous les appartements voisins peuvent être infestés par la même cause.

La quantité de gaz vicié, susceptible d'être amenée à l'intérieur de l'habitation par les orifices de drainage domestique, peut être considérable, malgré la présence de tuyaux de ventilation, si un appel vient à se produire par le fait d'une cheminée voisine, d'une courette ou d'une cage d'escalier.

Aussi est-il d'une absolue nécessité de munir chacun d'eux d'un organe simple, fonctionnant pour ainsi dire automatiquement, permettant la libre sortie des résidus et s'opposant d'une façon complète à toute rentrée d'air vicié.

DU SIPHON HYDRAULIQUE

SON EFFICACITÉ COMME MODE DE FERMETURE

Le meilleur appareil, employé à cet effet, est le siphon hydraulique tubulaire ayant la forme d'un S et présentant une immersion d'au moins 8 à 10 centimètres d'eau.

Les fermetures mécaniques, à valves ou autres, ne sont pas satisfaisantes, parce qu'elles livrent passage aux gaz viciés à chaque ouverture de la valve et que, pendant le reste du temps, il suffit de la présence d'un petit corps solide pour rendre la fermeture incomplète. D'autre part, la quantité d'eau, lorsqu'il y en a, comme dans les appareils appelés bonde syphoïde, cuvette anglaise, etc., et

Digitized by Google

présumée remplir l'office de fermeture hydraulique, est tout à fait insuffisante ; elle disparaît promptement par évaporation.

Le siphon hydraulique, au contraire, bien établi, constitue une fermeture parfaite et un appareil des plus satisfaisants au point de vue hygiénique ; il s'oppose d'une façon absolue au passage des germes et ferments contenus dans une atmosphère contaminée.

En effet, il a été reconnu expérimentalement que si des gaz, surtout lorsqu'ils sont solubles, peuvent traverser une couche d'eau, cette diffusion, dans tous les cas, est peu de chose et ne se trouve jamais accompagnée, dans les circonstances ordinaires, d'aucun germe ou ferment.

Voici d'ailleurs, à cet égard, quelques notions scientifiques bien établies.

Wernich, savant anglais, a reconnu que le transport des germes se fait avec une certaine facilité, lorsque l'air traverse un liquide microparasitaire, si le courant forme des bulles un peu grosses ; mais un courant atmosphérique, même violent, passant au-dessus d'une culture microparasitaire, n'emporte aucun germe tant qu'elle reste humide (1).

Le savant Américain Raphaël Pumpelli a constaté que, par les fortes chaleurs, aucun germe ne s'élève des liquides organiques en décomposition pendant tout le temps que leur surface ne subit point de pulvérisation liquide, même lorsqu'un courant violent passe au-dessus et que, lorsque la surface du liquide putride est pulvérisée par un passage d'air forcé au travers, l'éclatement des bulles de gaz donne invariablement lieu à un transport de germes ; cas qui ne peut se présenter avec le siphon dans les conditions de son emploi.

Miquel, micrographe français, a démontré expérimentalement que : « La pulvérisation est un enlèvement de particules liquides parfaitement comparable au soulèvement des poussières sèches. Les phénomènes d'infection qui en résultent sont identiquement les mêmes ; les globules aqueux lancés dans l'atmosphère diminuent rapidement de volume, se vaporisent et laissent bientôt à sec les bactéries et les corpuscules de toutes sortes dont ils sont chargés. »

D'un autre côté, le docteur Miquel a également reconnu, par des

(1) *Revue d'hygiène*, docteur Zubei (1882).

Digitized by Google

expériences précises, qu'on n'avait point à craindre le transport des germes par évaporation.

« Les vapeurs émanées des eaux les plus impures sont toujours exemptes de germes.

« Les bactéries sont donc fortement retenues dans les liquides qu'elles infectent et dans les substances qu'elles pénètrent; pour passer à l'état de germes errants, aériens, les liquides qu'elles habitent doivent s'évaporer entièrement et les substances où elles se sont établies doivent se réduire en poussière fine et sèche.... Les dangers causés par les exhalaisons humides sont chimériques, l'expérience ne cesse de le confirmer; mais elle est malheureusement là pour démontrer également, avec *la plus grande rigueur*, combien sont chargées de nombreux microbes les poussières sèches venues des masses putréfiées, du pus sanieux et des déjections des malades. »

Des expériences précitées, on peut déjà conclure l'excellence, au point de vue hygiénique, des fermetures hydrauliques à siphon, puisqu'elles s'opposent à la diffusion des germes. Quoi qu'il en soit, ces expériences n'ayant point été faites spécialement pour constater cette perfection, le docteur anglais Cormichael s'en assura par des expériences directes.

Il constata que, tandis que l'eau distillée, au travers de laquelle on avait fait passer, en premier lieu, l'atmosphère d'un tuyau de descente, contenait de nombreuses traces d'organismes, au contraire, une autre eau distillée, traversée par les mêmes gaz, après leur premier passage dans l'eau précédente, restait complètement exempte de germes et d'organismes.

L'expérience fut reprise en se rapprochant davantage des conditions pratiques.

Le docteur Cormichael fit passer au travers de différents liquides organiques, tels que infusion de foin, urine, solution de Pasteur, les gaz émanant d'un tuyau de fosse d'aisances et ayant déjà, sous l'action d'un aspirateur, traversé le siphon hydraulique.

Après ces aspirations, continuées pendant toute une journée et quelquefois plus, les liquides furent soumis à une culture chaude pendant plusieurs mois; malgré cette dernière condition, des plus favorables au développement des organismes, les liquides de toutes les épreuves restèrent parfaitement clairs et, examinés avec un microscope puissant, ils ne laissèrent voir aucune trace de vie.

Digitized by Google

L'eau du siphon, au contraire, après un espace de 16 jours et sans qu'il fût nécessaire de la soumettre à une culture chaude, présenta des traces nombreuses d'organismes vivants.

Ces dernières expériences ne peuvent laisser aucun doute sur l'efficacité complète des fermetures hydrauliques à siphon.

Ajoutons enfin que, dans toutes les villes où ces fermetures sont employées rationnellement, elles ont donné d'excellents résultats et il n'a jamais été signalé d'inconvénient.

DES DIVERS SIPHONS HYDRAULIQUES

Leurs formes et dimensions varient avec les usages auxquels ils sont destinés : il y a les siphons pour eaux ménagères et de toilette, ceux pour water-closet et vidoirs à eaux ménagères, ceux placés sur le parcours des drains privés, etc., etc.

D'une manière générale et quel que soit l'usage auquel il est destiné, le siphon, en tant qu'appareil sanitaire, doit être construit en plomb ou en fer ou fonte émaillée ou mieux en grès vernissé, de façon à n'être pas attaqué par les liquides auxquels il doit livrer passage et à présenter toujours une surface lisse, ne se prêtant pas à l'arrêt de matières organiques ou autres en suspension dans l'eau. La section peut être plus grande que celle du tuyau d'évacuation ; elle doit être constante et circulaire pour se prêter le moins possible aux dépôts. L'immersion, c'est-à-dire la hauteur dont le niveau de l'eau doit baisser pour qu'il n'y ait plus de fermeture hydraulique, doit être assez grande afin que la fermeture subsitste, malgré l'évaporation d'une partie du liquide et afin de pouvoir résister à une légère pression venant de côté ou d'autre. Enfin, la construction du siphon doit être des plus simples, se réduire à la forme en S déjà indiquée et ne présenter aucune complication.

SIPHONS POUR EAUX MÉNAGÈRES ET DE TOILETTE

Pour les eaux ménagères et de toilette, le siphon employé est un tuyau en plomb ou en grès émaillé, affectant la forme d'une S couchée, quand la direction de sortie est verticale et la forme en demi S couchée quand la sortie est horizontale.

Digitized by Google

On comprend facilement que cette forme rationnelle est celle qui offre le moins de résistance au passage des matières solides et qu'une seule chasse d'eau suffit pour le nettoyage complet.

Les orifices d'évacuation doivent être munis, à l'entrée, d'une grille fixe à mailles serrées ne présentant que des vides ayant au plus $0^{m}01$ de largeur.

Malgré cette dernière précaution, il peut arriver que le siphon, qui laisse cependant passer les liquides troubles et même pâteux, retienne des corps lourds, solides, susceptibles d'obstruer le passage à un moment donné.

Pour obvier à cet inconvénient, on les munit en dessous d'un trou de vidange fermé par un tampon à vis, en bronze et dont l'écrou, également en bronze, est noyé dans une saillie de plomb du tuyau ; le joint est obtenu à l'aide d'une rondelle en caoutchouc ou mieux en cuir mou suifé.

La maison Geneste-Herscher en construit avec deux tampons regards, l'un dessus, l'autre dessous la branche verticale du siphon.

Les siphons en grès émaillé, dans le même but, possèdent un regard avec bouchon rodé, disposé à la partie supérieure de la branche aval.

ÉVAPORATION DE L'EAU DES SIPHONS

Lorsqu'un logement ou appartement reste inhabité pendant quelques mois, pour cause de chômage ou toute autre, il peut arriver que l'eau disparaisse par évaporation et que les gaz viciés n'étant plus arrêtés par une fermeture hydraulique viennent alors infecter l'habitation.

Dans la plupart des grandes villes, beaucoup d'appartements sont abandonnés chaque année, par leurs habitants, qui vont passer plusieurs mois à la campagne ou en voyage. Pendant ce temps, l'eau des siphons peut disparaître par évaporation et laisser ainsi l'entrée libre aux gaz viciés qui imprègnent toutes les tentures de l'habitation et peuvent y déposer des germes infectieux. Le danger devient plus grave à la rentrée des habitants, surtout si celle-ci a lieu à une époque où il soit nécessaire de faire du feu ; les foyers ainsi allumés, les cheminées en particulier, deviennent, par les siphons à sec, des causes d'appel d'émanations insalubres remplissant

Digitized by Google

toute la maison et susceptibles de provoquer de graves dangers.

C'est à cette cause qu'on a attribué l'épidémie de fièvre typhoïde qui, en 1869, fit beaucoup de victimes à Bruxelles dans le quartier Léopold, habité presque exclusivement par des familles riches.

Pour se prémunir contre cet inconvénient, on a proposé d'entretenir l'eau dans le siphon, soit à l'aide d'un écoulement d'eau très faible mais constant, soit à l'aide d'un réservoir d'eau à chasse intermittente. Ces deux moyens nous paraissent peu pratiques, ne pouvant être l'objet d'une surveillance ; aussi, croyons-nous plus simple et parfaitement suffisant, de fermer chaque orifice à l'aide d'un tampon pendant tout le temps que l'appartement reste inhabité. Ce tampon peut être en bois ou mieux en bronze, rodé ou fileté sur l'orifice d'évacuation servant de siège ; à cet effet, pour les pierres d'évier, les cabinets de toilette, etc., afin de conserver la fixité à la grille, on doit placer celle-ci à $0^{m}05$ en contre-bas de l'orifice. Grâce à cette disposition, il est possible de vider la canalisation d'eau pure de chaque appartement vacant, de là, économie d'eau, suppression de danger de congélation pendant les grands froids et d'avaries aux appartements par suite de fuite d'eau.

DU SIPHONAGE

L'évaporation n'est pas la seule cause qui puisse enlever l'eau d'un siphon ; cet inconvénient est susceptible de se produire également dans les circonstances suivantes :

1° Si l'on vient à verser une grande masse d'eau à un orifice d'évacuation, il arrive souvent que toute l'eau du siphon se trouve entraînée ; c'est le siphonage par entraînement ;

2° Il peut arriver aussi que la colonne d'eau descendante, formant un vide relatif derrière son passage, détermine l'appel de l'eau contenue dans les autres siphons communiquant avec le tuyau de chute et les mettre à sec ; c'est le siphonage par induction. Ce dernier cas se présente particulièrement dans les maisons à location et à plusieurs étages, habités chacun par une famille et où un même tuyau d'évacuation dessert à la fois tous les éviers ou tous les cabinets de toilette ou tous les water-closets superposés et appartenant aux différents étages.

Beaucoup de systèmes ont été indiqués et employés pour éviter

Digitized by Google

le siphonage; voici les deux seuls qui nous paraissent offrir une garantie sérieuse :

1° *Système américain.* — La tête aval de tous les siphons superposés est mise en communication par un branchement ascendant avec un tuyau vertical rejoignant, par le haut, le tuyau évacuateur, là où il ne fonctionne plus que comme ventilateur. Pour que ce système garantisse du siphonage, il faut donner des sections suffisantes à ces divers tuyaux, soit au minimum, un tiers de celle du siphon, au branchement ascendant et moitié du tuyau de chute, au tuyau vertical. Il est entendu évidemment que chaque tuyau de chute doit être prolongé jusqu'au-dessus du toit et ouvert à sa partie supérieure.

2° *Système anglais.* — Il consiste en un branchement faisant communiquer avec le dehors la tête aval de chaque siphon. L'orifice extérieur de ce branchement est muni d'une valve à charnière, très légère et mobile, en bronze ou mica, reposant sur un siège en laiton, s'ouvrant de dehors en dedans, permettant l'entrée d'air pur et s'opposant à la sortie d'air vicié.

Le fonctionnement de ces deux systèmes est facile à comprendre. Dès qu'il y a tendance à siphonage, de l'air arrive par le branchement, soit du tuyau de ventilation (système américain), soit de l'extérieur (système anglais), et cela, en quantité égale à celui qui est entraîné ; de la sorte, la pression sur le niveau aval du siphon continue à équilibrer la pression atmosphérique ou n'en diffère que de quelques millimètres d'eau, pendant une seconde ou deux.

Les siphons munis de l'un ou l'autre de ces deux systèmes sont dits ventilés en couronne ou simplement ventilés.

DES ÉVIERS

On ne doit faire usage pour leur construction que de pierre dure polie, de grès vernissé ou de fonte émaillée, c'est-à-dire de substances non poreuses et non susceptibles de s'imprégner de matières organiques. On doit éviter les supports en bois et les entourages en menuiserie.

En France, l'orifice d'évacuation est la plupart du temps béant ou muni d'un appareil appelé bonde siphoïde et présenté à tort comme

Digitized by Google

procurant une fermeture hydraulique. Nous avons déjà dit, qu'étant donné le petit volume d'eau contenu dans la rainure circulaire de cet appareil et la faible immersion, qui n'est que d'un millimètre ou deux, la prétendue fermeture hydraulique de ces bondes siphoïdes cesse promptement d'exister soit par le fait de l'évaporation de l'eau soit par celui du siphonage.

La seule disposition recommandable est la suivante : l'orifice, situé au point bas du creux de l'évier, doit être muni d'une grille fixe à mailles serrées, disposées à $0^m,05$ en contre-bas et pouvoir être fermé, en cas d'absence, par un tampon, ainsi que nous l'avons déjà dit. La fermeture ordinaire doit être obtenue au moyen d'un siphon de $0^m,08$ à $0^m,10$ d'immersion, $0^m,05$ à $0^m,06$ de diamètre intérieur, en plomb ou en grès, muni de son regard.

En dessous et en dessus de l'évier, il est indispensable d'avoir des surfaces unies, dures, non poreuses, et qu'on puisse laver facilement. A cet effet, on peut employer des plaques en pierre polie, en fonte ou en céramique émaillée. Toute espèce de menuiserie doit être proscrite d'une façon absolue.

APPAREIL TUCKER POUR RETENIR LES GRAISSES FORMANT EN MÊME TEMPS SIPHON

La graisse, contenue dans les eaux ménagères, peut, en se coagulant, entraîner un engorgement des tuyaux d'évacuation.

Pour les cuisines ordinaires, on évite cet inconvénient, qui tend à se produire plus particulièrement dans la saison froide, en jetant sur l'évier, après chaque usage, une certaine quantité d'eau propre et très chaude additionnée au besoin de cendres de bois ou mieux de sels de soude.

Mais lorsqu'il s'agit de grandes cuisines, rejetant beaucoup d'eau grasse, ce moyen devient parfois insuffisant.

Pour éviter l'engorgement, on a imaginé un appareil qui intercepte les graisses et forme en même temps siphon.

Cet appareil fait généralement corps avec un évier en fonte émaillée. Il se compose d'un cylindre en tôle à enveloppe avec circulation d'eau froide ; la grille de l'évier constitue le couvercle du cylindre intérieur et sert de support à une cloche en tôle de cuivre,

Digitized by Google

descendant presque jusqu'au bas du vide intérieur ; le tuyau d'évacuation part du bas du cylindre et se relève verticalement, sur une certaine hauteur, pour former siphon.

Voici maintenant comment fonctionne l'appareil : l'eau grasse, après avoir traversé la grille de l'évier, se refroidit au contact de l'enveloppe ; les matières grasses ainsi coagulées viennent, en suivant le courant, s'accumuler dans la cloche et l'eau ainsi dégraissée s'écoule par le siphon.

Il est facile d'extraire la graisse amassée dans la cloche, en levant la grille après laquelle est suspendue cette dernière ; enfin, un tampon à vis, formant le fond du cylindre, permet de vider l'appareil et de nettoyer facilement l'intérieur.

BASSINS DE TOILETTE

Les bassins de toilette doivent toujours être alimentés en dessus de la cuvette, par des robinets libres, à fermeture automatique, hors la portée des eaux savonneuses. Il faut rejeter, d'une façon absolue, tous les appareils dans lesquels, sous prétexte d'offrir un coup d'œil plus satisfaisant, l'alimentation d'eau pure, chaude ou froide, se fait par dessous ou par côté ; en effet avec cette disposition ils présentent des dangers de contamination pour l'eau pure.

Les seuls systèmes de vidange admissibles sont ceux avec bondes rodées, retenues par une chaînette ou ceux par large robinet. Le tuyau d'évacuation doit être muni d'un siphon semblable à celui employé pour les éviers. Celui de trop plein est branché sur ce dernier, un peu au-dessus du siphon ; il doit être muni d'un tampon pour pouvoir se fermer en cas d'absence ou de chômage du logement, à moins que le tuyau d'évacuation ne soit muni d'un robinet.

LAVABOS POUR ÉCOLES, LYCÉES, ETC.

La maison Liesquin et Cie a fourni pour plusieurs établissements et en particulier pour le lycée Lakanal, des lavabos bien conçus.

Ces lavabos sont formés de tables en fonte émaillée au milieu desquelles basculent des cuvettes hémisphériques de même matière.

Digitized by Google

La largeur attribuée à chaque place est de 0m55 et la hauteur de la table au-dessus du sol est variable avec l'âge des élèves.

L'eau arrive au-dessus de chaque cuvette, par un robinet à vis, en cuivre nikelé.

Pour la vidange des eaux sales, il règne sous toutes les cuvettes un grand bac en tôle semi-cylindrique, complètement ouvert à la partie supérieure et présentant une légère pente vers une sortie unique munie d'un siphon. Le bac étant ouvert et l'intérieur visible, il est facile à surveiller et à nettoyer.

Le sol de la salle est en carrelage céramique, posé à bain de ciment, par suite imperméable à l'eau.

Les murs, au-dessus des cuvettes, sont garantis sur 0m30 de hauteur par des plaques en fonte émaillée.

BAINS DE PIEDS

Les bains de pied installés au lycée Lakanal, également par la maison Liesquin et Cie, méritent aussi d'être décrits.

32 bains de pied en fonte émaillée sont disposés au milieu d'une salle, 16 de chaque côté d'un double banc de bois.

Un robinet unique alimente tous les bains de pied ; un autre les vide tous ; le conduit d'évacuation des eaux ayant servi est muni d'un siphon.

CABINETS DE BAINS — BAIGNOIRES

Le cabinet de bain doit être assez grand, élevé et bien ventilé. Les parois ne doivent présenter que des surfaces parfaitement lisses, imperméables et susceptibles d'être lavées à grande eau ; une évacuation facile pour celle-ci est donc nécessaire ; c'est en général, celle qui sert en même temps pour les eaux de la baignoire. Il est bon que l'ouverture ne soit pas dissimulée, mais apparente et visitable. Les observations faites au sujet de l'orifice et du tuyau d'évacuation de l'évier s'appliquent ici, de même celles que nous avons faites relativement à l'alimentation du bassin de toilette; donc pas d'alimentation par dessous malgré l'avantage que présente ce mode qui est de faciliter le mélange des eaux froides et chaudes.

Digitized by Google

Dans les établissements publics, il y a lieu d'installer tous les tuyaux d'alimentation apparents, visitables et au-dessus des baignoires. La bonde de décharge doit communiquer par un tuyau avec la rigole ou mieux avec la canalisation générale d'évacuation et celle-ci, dans le cas d'une rigole, doit être disposée en dehors des cabines pour en rendre la surveillance plus facile et ne pas donner d'odeur aux cabines.

Les cabines les plus vastes et les mieux éclairées sont aussi les plus saines et les mieux appréciées du public ; elles doivent, dans tous les cas, présenter une capacité de 25 mètres cubes au moins et leur hauteur ne doit pas être inférieure à 3 mètres. Le système de chauffage le plus économique et le plus pratique est celui obtenu à l'aide de poêles à vapeur indépendants et installés dans chaque cabine. Toutes les fois que l'emplacement le permet, il est utile de faire précéder la cabine d'une sorte d'antichambre où l'on puisse déposer les effets à l'abri de la vapeur d'eau ; cette disposition présente un grand intérêt particulièrement lorsqu'il s'agit de bains sulfureux.

Les baignoires se font, le plus souvent, en zinc, en cuivre rouge étamé ou en fonte émaillée; ces dernières sont plus particulièrement employées pour les bains sulfureux.

VIDOIRS A EAUX MÉNAGÈRES ET DE TOILETTE

Cet appareil est indispensable dans toutes les maisons à petits loyers ne comportant pas de cabinets agencés pour évacuer les eaux de toilette ; il a également son utilité, même dans les riches hôtels particuliers, ne fût-ce que pour le service des domestiques. Il se compose essentiellement d'une cuvette en grès émaillé, accompagnée de son siphon et d'un tuyau d'évacuation également en grès ; le tout est disposé extérieurement au bâtiment sur la façade secondaire, de manière que chaque cuvette se trouve sous le seuil de la fenêtre éclairant un palier de service et soit de la sorte à la disposition de tous les habitants de l'étage. Pour assurer son bon fonctionnement et éviter toute odeur, on accompagne l'appareil d'un petit réservoir à chasse d'eau fonctionnant, sans fatigue et sans perte de temps, sous l'action d'un simple tirage. Il est prudent de

Digitized by Google

munir l'entrée du siphon d'un grillage fixe, à mailles de 2 à 3 centimètres au plus, de manière à retenir les corps solides susceptibles d'obstruer le siphon; celui-ci présente un diamètre intérieur de 0^m08 à 0^m12 et les tuyaux d'évacuation de 0^m08 à 0^m10 au plus.

DRAINAGE DES WATER-CLOSETS

ÉTAT ACTUEL EN FRANCE

En France, si le goût et la décoration satisfont les yeux, trop souvent les aménagements domestiques font défaut; parmi ces derniers, le water-closet surtout, organe essentiel de la salubrité de l'habitation, laisse beaucoup à désirer. Il est hors de doute cependant que la cause principale de l'insalubrité des maisons, dans toutes nos grandes villes, réside principalement dans la mauvaise installation des lieux d'aisance.

Ces défauts, bien que signalés depuis longtemps et fréquemment par les diverses commissions des logements insalubres, subsistent encore, même dans les riches habitations.

Il n'y a, en effet, en France, pas de prescriptions suffisantes contre l'envahissement de la maison par les odeurs malsaines des fosses d'aisance, les plus terribles foyers d'infection qu'on ait à redouter. L'installation des cabinets n'est point davantage réglementée; on en voit de sombres, ne prenant d'air et de jour qu'à l'intérieur de la maison qui se trouve ainsi forcément envahie par des émanations infectes et dangereuses; on voit de nombreux privés, avec des enduits perméables sur les murs, munis d'appareils sans fermeture hermétique, avec des sièges en bois, s'imprégnant rapidement et masquant les malpropretés qui ont pu passer par-dessus les bords de la cuvette.

Les tuyaux de chute et d'évent, généralement établis à l'intérieur même du bâtiment, ont souvent des joints mal faits, livrant passage aux gaz délétères et constituant dès lors une cause d'infection d'autant plus dangereuse qu'elle est peu visible et presque toujours méconnue.

Des exemples dûment constatés d'accidents graves dus à cette cause ne manquent cependant pas.

Digitized by Google

A l'hôtel des Monnaies de Paris une chambre, habitée par un des garçons de bureau et bien aérée par une cheminée, est traversée par un tuyau de chute contre lequel se trouve appuyé le lit ; une légère fissure s'étant déclarée dans le tuyau, le garçon, jusqu'alors bien portant, tomba malade et mourut sans cause apparente. Le tuyau n'ayant point été réparé, huit mois après un second garçon mourut de la même façon dans cette même chambre. Darcet attribua ces deux décès successifs à l'action des émanations du tuyau de chute qui, pendant la nuit, étaient attirées autour du lit par l'appel de la cheminée. L'administration, bien qu'avertie, ne fit aucune réparation et un troisième garçon habitant cette chambre y mourut ainsi que l'avait prédit Darcet (1).

Voici un autre exemple relevé par le docteur Brouardel (2) et arrivé dans la maison habitée par M. Geoffroy Saint-Hilaire, directeur du jardin d'acclimatation de Paris.

Le tuyau d'évent de la fosse s'était brisé, l'orifice, produit par la rupture, communiquait avec uue chambre sur laquelle donnent deux autres chambres séparées de la précédente par une porte et une cloison et où couchent deux dames et trois enfants.

« C'était l'hiver, on avait fait du feu dans la seconde chambre à coucher.

« Vers minuit, les deux dames et deux des enfants sont réveillés par des douleurs d'entrailles, ils ont des vomissements, on est obligé d'ouvrir les fenêtres à cause de l'infection de l'air.

« Pour tous ceux qui furent malades pendant cette nuit, les accidents n'eurent pas de suite ; seul un enfant de huit ans avait continué à dormir et n'avait accusé aucun malaise : huit jours après, il était en pleine fièvre typhoïde. Or si l'on réfléchit que le fait s'est passé au jardin d'acclimatation, dans un appartement que M. Geoffroy Saint-Hilaire habite depuis sa création, que l'on ne peut découvrir un seul cas de fièvre typhoïde dans les environs, que les enfants n'ont été en rapport avec aucun autre enfant, il semblera difficile d'admettre que la rupture du tuyau d'évent n'a pas été la cause de la fièvre typhoïde de ce jeune enfant. »

Si de simples fissures dans les tuyaux de chute ou d'évent peuvent

(1) Dictionnaire des Arts et Manufactures (insalubres).

(2) Commission de l'Assainissement de Paris, 1880, page 31 (Imprimerie Nationale.

Digitized by Google

produire des accidents aussi funestes, à plus forte raison en sera-t-il de même pour les larges ouvertures des water-closets non munies de fermeture hydraulique. On sait en effet que, dans les meilleures installations françaises, munies d'un tuyau d'évent spécial, le courant d'air vicié se produit souvent en sens inverse, aux changements de temps par les jours humides et sous l'influence d'appels dus à des cheminées, des courettes, des cages d'escalier, etc.

On a bien proposé d'assurer une continuité et une énergie suffisante à la ventilation par tuyau spécial à l'aide des moyens suivants :

1° En donnant au tuyau d'évent une section plus grande et égale à la somme des sections des ouvertures des sièges et en prolongeant ce tuyau, prenant naissance au sommet de la fosse, au-dessus du toit jusqu'au niveau des plus hautes cheminées ; procédé évidemment peu pratique ;

2° En chauffant la colonne d'air vicié, dans le tuyau d'évent, de façon à obtenir un tirage toujours ascendant et cela, au moyen de la chaleur perdue d'un fourneau de cuisine, ou d'un poêle spécial ou encore d'un bec de gaz placé à l'intérieur.

Ces moyens, tout en constituant un progrès, sont insuffisants ; il est peu de maisons où l'on puisse avoir une source de chaleur continue assez importante ; l'emploi du bec de gaz est coûteux, car c'est une dépense au minimum, de 150 litres à l'heure. D'autre part, sa combustion, que l'on produit dans le tuyau d'évent, expose les habitants de la maison à une explosion de gaz de la fosse et d'ailleurs (1). Ainsi que les autres sources de chaleur que nous venons d'indiquer, elle ne peut donner lieu qu'à un faible tirage, incapable de contrebalancer l'appel puissant des cheminées d'appartement, des cages d'escalier ou des petites courettes intérieures.

Tous les systèmes de ventilation artificielle des cabinets, munis de sièges à ouverture béante, basés soit sur l'emploi d'une source de chaleur, soit sur celui d'un ventilateur mécanique, ont été expérimentés dans les hôpitaux de Paris ; aucun d'eux n'a pu donner satisfaction complète.

Ajoutons d'ailleurs que, dans le cas même où l'on trouverait un moyen simple, pratique et peu coûteux d'assurer cette ventilation, on serait loin d'avoir résolu le problème d'une façon satisfaisante

(1) Annales d'hygiène, 1861-67. Travaux de Chevallier et Perrin.

Digitized by Google

au point de vue hygiénique, puisqu'on ne ferait qu'améliorer la salubrité intérieure de la maison aux dépens de celle de l'atmosphère. Le docteur Vallin a dit à juste titre : « supposons un instant que les 80,000 fosses fixes de Paris soient ventilées et désinfectées de la sorte, la capitale ne sera plus qu'une vaste sentine. »

Hervé Mangon a reconnu que, « dans l'état actuel à Paris, il s'échappe, par les tuyaux d'évent plus de deux millions de kilogrammes d'azote qui, entraînés dans l'atmosphère à l'état de miasmes infects, la corrompent et concourent pour une large part à l'insalubrité de la ville, dont la composition de l'air, par ce fait, se rapproche de celui de la surface d'un immense tas de fumier. »

Il est donc certain que, pour donner satisfaction complète à l'hygiène, il est indispensable de recourir à l'emploi de water-closets perfectionnés, munis d'un appareil à effet d'eau et d'une fermeture s'opposant à toute introduction d'air vicié.

WATER-CLOSET PERFECTIONNÉ

Le cabinet pour water-closet doit être clair, spacieux, revêtu de surfaces brillantes, imperméables, faciles à nettoyer et assurant une propreté qui se fait respecter elle-même. Il doit prendre le jour et l'air par une fenêtre donnant à l'extérieur du bâtiment, n'avoir aucune communication avec une des pièces de l'appartement et posséder son entrée de préférence sur un couloir de service, l'isolant du reste de l'habitation et aéré lui-même directement.

Les pierres polies, les marbres, les terres émaillées, les boiseries et les peintures murales vernies, conviennent pour les parements intérieurs.

APPAREILS USITÉS EN FRANCE

En France, dans les installations les plus soignées, l'appareil consiste en une cuvette en faïence ou en porcelaine, munie d'une fermeture à clapet, le tout logé au-dessus du plancher et entouré d'un siège en bois, forcément fixe ; il est muni, en outre, d'un effet d'eau commandé généralement par la tringle de manœuvre du clapet. Malgré sa supériorité sur les appareils primitifs, il présente encore de graves inconvénients. En effet, le clapet est loin de constituer une fermeture parfaite ; tout d'abord, à chaque visite,

Digitized by Google

on est obligé de l'ouvrir et par conséquent de livrer passage aux gaz infects provenant des tuyaux de chute et de la fosse. Même dans les moments de repos, la fermeture n'est pas assurée ; le moindre objet flottant, papier ou autre s'attachant soit à la cuvette soit au clapet ne permet plus à celui-ci de se fermer complètement. Enfin, n'y a-t-il même aucun empêchement au bon fonctionnement du clapet, l'eau qui peut le remplir ne saurait constituer une fermeture hydraulique sérieuse ; en effet, l'immersion n'étant que de un centimètre ou deux au plus, ne peut s'opposer au passage des gaz infects par les changements de temps ou par les appels que produisent les cheminées d'appartement ou toute autre cause. D'autre part, pendant l'été le faible volume d'eau qui remplit le clapet est bientôt évaporé et cette fermeture, même incomplète, n'existe plus.

D'autres inconvénients sont encore à signaler.

Quelle que soit la quantité d'eau employée, on ne peut arriver à laver le haut des parois du tronc de cône en fonte sur lequel est scellée la cuvette.

L'emploi du siège fixe en bois ne permet pas de surveiller et d'entretenir la propreté sur les parois supérieures et extérieures de l'appareil ; or, il se produit forcément de temps à autre des projections passant entre le dessus de la cuvette et le siège ; il s'accumule dès lors à la longue des dépôts de matières cachées par la boiserie et qui infectent les cabinets.

Dans les installations les plus soignées, quels que soient les soins de propreté, quelle que soit la dépense d'eau, il n'est aucun cabinet, même dans les conditions les plus favorables, qui ne présente une forte odeur sui generis.

Aussi l'usage de ces appareils, autrefois employés en Angleterre, d'où leur nom de cuvettes anglaises, est aujourd'hui formellement interdit dans ce pays par les règlements officiels du Local Government Board.

Parmi les appareils dits perfectionnés, il en est qui présentent des complications et des mécanismes très ingénieux. Toutes ces complications, tous ces mécanismes doivent être proscrits de la façon la plus absolue. Situés sur le parcours de l'eau, ils sont une cause d'arrêt des malpropretés en suspension et deviennent, dès lors, forcément le siège d'un foyer d'infection.

Digitized by Google

APPAREILS POUR GARDE-ROBE

Closet-Hotte. — Nous recommandons donc, d'accord avec tous les hygiénistes qui se sont occupés de cette question, l'usage des appareils anglais désignés sous le non générique de closet-hotte. Ces appareils consistent essentiellement en une cuvette en grès émaillé ou en porcelaine, reposant sur un siphon hydraulique. Simples, peu coûteux d'achat et d'entretien, ils sont solides, excellents et d'une salubrité parfaite. Ils ne comportent pas d'entourages en menuiserie qui deviennent des foyers de miasmes, sous l'action des urines ou même des nettoyages à grande eau.

Il va sans dire que l'on construit un grand nombre de closet-hotte tous fondés sur le même principe.

Closet-hotte Rhoard. — Dans l'un d'eux, le closet-hotte Rhoard, la cuvette est formée d'un cône à rebords supérieurs, intérieurs et larges, sur lesquels on peut s'asseoir.

Combinaison. — Nous allons décrire avec quelques détails le type le plus répandu.

La cuvette, au lieu d'être en cône, est légèrement aplatie, large à l'arrière, rétrécie en pointe à l'avant ; son rebord supérieur est replié en dedans ; la venue d'eau de nettoyage a lieu par une ouverture de 5 à 6 centimètres placée en haut et à l'arrière et la sortie par une ouverture située tout à fait à l'avant. La cuvette repose sur le siphon par sa tubulure de sortie et par le fond au moyen d'une portée venue de terre au sommet du siphon. Celui-ci possède à l'arrière et un peu plus haut que le niveau supérieur que peut y atteindre l'eau formant fermeture hydraulique, un regard de nettoyage, en cas d'obstruction par des objets solides que l'eau ne pourrait entraîner et d'où l'on peut faire partir le tuyau de ventilation du siphon..

L'appareil est entièrement disposé au-dessus du sol et apparent.

Sur la cuvette peut se rabattre un siège mobile en bois et à charnière, venant reposer horizontalement, par sa partie antérieure, soit sur deux consoles en fonte ou fer, soit directement sur les bords supérieurs de la cuvette par l'intermédiaire de petits taquets en caoutchouc. Cette disposition a pour avantage de conserver le siège proprement dit en bois, dont on ne saurait se passer en France,

Digitized by Google

tout en laissant entièrement libre la surveillance de tout l'appareil et sans gêner en rien la facilité de nettoyage.

Quelquefois, sous prétexte d'éviter un joint, la cuvette ne forme qu'un avec le siphon sur lequel elle repose ; nous préférons l'appareil en deux pièces bien qu'il soit un peu plus coûteux. Il est à remarquer, d'une part, que le joint de la cuvette avec le siphon a peu d'importance et que, d'autre part, l'appareil, en deux pièces distinctes, présente plus de facilité pour la surveillance, le nettoyage général et en particulier pour celui de l'intérieur du siphon en cas de dépôt.

RÉSERVOIRS DE CHASSE D'EAU

Chaque cabinet doit être muni d'un réservoir de chasse d'eau situé le plus haut possible, sous le plafond, d'une capacité de cinq à neuf litres, se remplissant automatiquement par la distribution d'eau de la maison et se vidant, soit automatiquement, s'il s'agit de cabinets communs, soit de préférence facultativement, après chaque visite, à l'aide d'une chaîne de tirage, s'il s'agit de cabinets particuliers.

On en construit de plusieurs façons ; voici la description de ceux construits par la maison Doulton.

Le réservoir est en fonte et repose sur deux petites consoles également en fonte. Le tuyau d'arrivée d'eau, terminé par une partie en bronze, est muni d'un obturateur également en bronze, rodé sur le siège et commandé par un flotteur. Dans le cas où, par suite d'un accident quelconque, l'obturateur viendrait à ne pas fonctionner ou à fonctionner d'une façon incomplète, un trop plein fait communiquer le réservoir soit avec le tuyau de chute des water-closets, soit, de préférence, avec le tuyau de plomb conduisant l'eau du réservoir à la cuvette. La conduite d'amenée d'eau étant toujours de très petit diamètre, il ne peut en résulter un amorçage du siphon, par le fait de l'écoulement dans le trop plein.

Le tuyau reliant le réservoir à la cuvette est relativement d'un gros diamètre ($0^{m}05$) ; il se prolonge à l'intérieur du réservoir par une partie évasée jusqu'à la hauteur du niveau supérieur que doit atteindre l'eau et il est recouvert d'une sorte de cloche mobile formant avec lui un véritable siphon. En outre, une rondelle à man-

Digitized by Google

chon repose librement sur le rebord inférieur et intérieur de la cloche.

Vient-on à tirer sur la chaîne, on soulève la cloche et avec elle, par l'intermédiaire de la rondelle, une partie de l'eau contenue dans son intérieur. Cette eau, trouvant un écoulement par l'orifice supérieur du gros tuyau, amorce le siphon et le réservoir se vide en quelques secondes.

Un perfectionnement a été apporté aux premiers appareils. On a reconnu qu'en évasant suffisamment la partie supérieure du tuyau de départ, on pouvait se dispenser du trop-plein. L'eau continuant à arriver, par suite d'un arrêt accidentel dans le fonctionnement du robinet à flotteur, peut s'écouler par le siphon sans l'amorcer.

Dans les réservoirs à chasse intermittente automatique, le siphon s'amorce de lui-même dès que l'eau arrive à un niveau suffisant, c'est-à-dire un peu plus haut que la partie supérieure du tuyau de départ et cela grâce à une disposition particulière variable suivant les constructeurs (1).

La jonction du tuyau d'arrivée d'eau avec la cuvette a lieu à l'aide d'un tube conique en caoutchouc et de ligatures ; c'est un joint facile à faire et défaire et qui, avec l'indépendance de la cuvette, donne toute facilité pour la surveillance, le nettoyage, les réparations et au besoin pour la fermeture du siphon en cas d'absence.

A l'intérieur de la cuvette et contre l'orifice d'arrivée de l'eau, se trouve rapportée et fixée, à l'aide d'une vis et d'un écrou, une pièce métallique émaillée, d'une forme particulière, ayant pour effet de diriger l'eau sur le fond et les bords de la cuvette.

Le fond de celle-ci est légèrement concave, de façon à retenir l'eau sur une hauteur de 2 centimètres environ.

Grâce à l'ensemble des dispositions décrites, à l'emploi de l'eau sous forme d'un jet rapide suffisamment continu et diamétralement opposé à la sortie, le nettoyage se fait de lui-même et de la façon la plus complète.

« On ne saurait croire, si on ne les a vus, les effets produits. Les tampons de papier, les matières solides lancées dans le tourbillon des chasses, sont déchirés, mis en pâte, en bouillie, tandis

(1) Les maisons Geneste et Hercher, Flicoteaux, construisent également des réservoirs de chasse d'eau pour la maison.

Digitized by Google

qu'une trombe d'air est entraînée dans la descente des eaux torrentielles (1). »

GARDE-ROBE A CHASSE D'EAU DE LAMBETH

Parmi les appareils pour water-closets, également employés en Angleterre, se trouve le garde-robe à chasse d'eau de Lambeth.

C'est une cuvette en grès émaillé, en faïence ou en porcelaine ayant à peu près la même forme extérieure que celle que nous venons de décrire et reposant aussi sur un siphon du même genre. L'eau de chasse, au lieu d'arriver au-dessous du bord supérieur, débouche tout en haut et c'est le rebord intérieur plus prononcé et plus profond qui dirige l'eau sur toutes les parois intérieures de la cuvette. Un regard, fermé par un bouchon luté et situé au-dessus d'un prolongement vertical de la première branche du siphon, permet de retirer les objets lourds qui s'y sont arrêtés. Le siphon est souvent à sortie oblique et alors l'autre branche possède également un regard, facilement accessible, permettant de le visiter et de le ventiler.

L'eau doit être fournie par un réservoir de chasse, et dans l'installation, il y a lieu de veiller à ce que le tuyau d'arrivée soit droit à son raccord avec la cuvette, de façon que le jet arrive bien dans le vide ménagé par le rebord supérieur.

OBSERVATIONS DIVERSES

On construit également des appareils du même auteur, sans siphon et avec une sortie latérale, munie d'un clapet vertical pour s'opposer à la rentrée des gaz. Ces appareils, à notre avis, ne sont point recommandables.

Il existe encore beaucoup d'autres appareils construits également d'après les principes que nous avons indiqués; nous ne saurions tous les décrire. Nous nous contenterons de donner les dessins des

(1) Note de M. Mille sur les maisons à Londres (20 avril 1883, Imprimerie Nationale).

Digitized by Google

principaux d'entre eux et de rappeler qu'on doit proscrire tous ceux qui, même munis du siphon hydraulique, sont, sous le prétexte de luxe et d'aspect, entièrement entourés de boiseries fixes.

Dans la construction des appareils perfectionnés pour garde-robe ou urinoir, on a cherché les moyens d'éviter les inconvénients que présente un récipient restant à sec lors de la réception des matières; les parois de la cuvette, une fois maculées, sont en effet difficilement nettoyées même par une chasse énergique. On a reconnu l'utilité d'une retenue d'eau ménagée dans la cuvette même; cette eau, ainsi retenue, empêche les matières d'adhérer aux parois et est entraînée avec elles, lors de la chasse d'évacuation.

Cette retenue s'obtient soit au moyen de la forme concave donnée au fond de la cuvette, comme dans les appareils « Combinaison » de Lambeth, etc., soit au moyen du siphon dont la branche verticale ne se retourne qu'un peu en contre-haut du fond de la cuvette.

On fixe les appareils, décrits plus haut, au moyen de vis traversant les rebords des parties par lesquelles le siphon repose sur le sol. Afin d'éviter des ruptures, il est prudent d'interposer une lame de caoutchouc.

Ajoutons enfin, pour terminer nos observations, qu'il importe d'établir et de surveiller, avec le plus grand soin, le joint du siphon avec le tuyau de chute, puisque ce joint se trouve forcément à l'intérieur du bâtiment et que son mauvais état rendrait inutile l'emploi du siphon.

TUYAUX DE CHUTES DES PRIVÉS

Les tuyaux de chute des privés doivent avoir de 0^m12 à 0^m15 de diamètre au plus, afin que les eaux de chasse puissent laver entièrement leurs parois intérieures.

Ainsi que les autres tuyaux d'évacuation, ils doivent être disposés à l'extérieur du bâtiment, accrochés à la façade secondaire et établis en poterie de grès vernissé. Le siphon des water-closets est relié, par une poterie en grès ou par un raccord en plomb de même diamètre, avec le tuyau de chute qui présente, à cet effet et à hauteur voulue, une poterie renflée de forme spéciale ou un tuyau à branchement. Le tuyau d'évacuation se prolonge en haut jusqu'au niveau des plus hautes cheminées du voisinage et se termine, pour la ven-

Digitized by Google

tilation, par une partie ouverte, munie généralement d'un appareil destiné à faciliter le tirage, quelle que soit la direction du vent. La partie du tuyau située au-dessus du branchement le plus élevé se fait habituellement en zinc. Un ventilateur, construit par la maison Doulton et qui paraît bien remplir les conditions voulues, consiste en un capuchon ouvert au centre, fixé par son bord intérieur à l'extrémité supérieure du tuyau et en un autre capuchon complet, placé à une certaine hauteur au-dessus du premier.

Les joints des poteries se font le plus souvent au ciment.

Avec cet ensemble de dispositions, non seulement les appartements sont complètement à l'abri d'air vicié, mais les cabinets eux-mêmes sont complètement inodores.

Les tuyaux de chute étant lavés à chaque service rendu, l'air qui y circule suffit amplement à brûler les traces de matières organiques qui peuvent rester adhérentes aux parois et en arrivant dans l'atmosphère il n'y amène ni trace de ferment ni odeur.

WATER-CLOSETS COMMUNS POUR ÉTABLISSEMENTS PUBLICS

1° *de Lambeth.* — Pour les établissements publics, tels qu'asiles, écoles, casernes, etc., etc., et pour les manufactures et usines, il est souvent prudent de ne pas confier l'emploi de l'eau à ceux qui fréquentent les water-closets. D'autre part, les appareils que nous venons de décrire, même les plus simples et les plus robustes, seraient trop coûteux et d'une solidité insuffisante. Il s'agit donc ici d'une disposition spéciale à employer et qui observe cependant les principes d'hygiène que nous avons précédemment exposés.

Lambeth a résolu le problème d'une façon ingénieuse; son système est à la fois économique, simple et solide.

Il consiste à placer toutes les cuvettes, faisant partie d'un même ensemble de cabinets jointifs, sur un collecteur en grès de $0^{m}15$ de diamètre intérieur, les faisant communiquer et disposé directement sur le sol avec une légère pente vers la sortie. Les cuvettes sont toutes alimentées par un seul robinet d'eau et toujours remplies à moitié. Une soupape de décharge, placée à l'extrémité du collecteur, est formée d'un tuyau en fer avec siège et commandée par une poignée; elle est étanche et retient l'eau jusqu'à ce qu'elle soit arrivée au niveau du trop-plein constitué par le vide intérieur du cylindre for-

Digitized by Google

mant soupape. A la suite, se trouve un siphon avec tampon de visite et ventilateur.

Le robinet d'eau ainsi que la soupape de décharge ne sont accessibles qu'à la personne chargée d'y veiller.

Toutes les fois qu'il est jugé utile de procéder à un nettoyage, on lève la poignée de la soupape, alors le collecteur et les cuvettes sont vidés instantanément. En baissant la soupape et en ouvrant le robinet, les cuvettes et la conduite se remplissent d'eau et sont de nouveau prêtes à l'usage.

2° *de Doulton.* — Ici les cuvettes sont remplacées par des sièges à la turque en grès émaillé, d'une seule pièce, présentant, par côté et au fond, un rebord évasé de 0^m35 à 0^m40 de hauteur et installés à 0^m 20, au moins, en contre-haut du sol des cabinets.

Le collecteur est formé par un gros tuyau, en grès émaillé, de 0^m35 à 0^m45 de diamètre, présentant à ses deux extrémités une disposition permettant une retenue d'eau de 0^m15 environ.

A son extrémité amont, il communique avec un réservoir de chasse; à son extrémité aval, il est muni d'un siphon.

Le sol de chaque cabinet présente, pour le départ des urines ou des eaux de nettoyage, une évacuation branchée sur le collecteur et munie d'une grille ainsi que d'un siphon (1).

Le réservoir de chasse est le plus souvent automatique; il est calculé de façon à fournir, à des intervalles déterminés, une quantité d'eau suffisante pour nettoyer complètement le collecteur et y remplacer l'eau souillée par de l'eau propre.

WATER-CLOSETS PRIVÉS DE L'EAU DE LA DISTRIBUTION

Il peut arriver que la distribution d'eau de la ville ne puisse desservir tous les étages d'une maison. Dans ce cas, qui se présente encore fréquemment, il sera possible, parfois, de se servir quand même d'un réservoir de chasse alimenté par un réservoir plus grand, qu'on peut remplir à la main ou à l'aide d'une pompe. Mais lors même que le réservoir de chasse serait impossible, on n'en doit pas moins faire usage d'un appareil garde-robe muni de siphon. Si on ne jouit plus du nettoyage automatique procuré par le réser-

(1) MM. Jacobs frères de Pouilly-les-Seurre construisent des appareils analogues.

Digitized by Google

voir de chasse, on conserve au moins tous les autres avantages hygiéniques de ce genre d'appareil et notamment, grâce au siphon, le plus important d'entre eux, c'est-à-dire celui d'éviter, pour l'habitation, tout retour possible des mauvaises odeurs et des gaz viciés.

URINOIRS

Les urinoirs sont de la plus grande utilité dans les cabinets fréquentés par les hommes, particulièrement dans ceux de certains établissements, tels que cafés, restaurants, cercles, hôtels, etc., etc.

Au point de vue hygiénique, l'urinoir doit présenter une surface de contamination minima et constamment lavée par l'eau. L'emploi de parois verticales en matériaux durs et polis, bien que constituant un grand progrès sur l'ancien état de chose, présente de sérieux inconvénients. Les projections d'urine rejaillissent sur les vêtements et la surface de contamination est portée à son maximum. Malgré tous les soins apportés, les urinoirs ainsi établis dégagent tous une odeur plus ou moins pénétrante.

Les meilleurs urinoirs sont ceux construits d'une seule pièce, en grès émaillé ou en porcelaine, présentant la forme d'une cuvette surmontée d'une niche; l'eau arrive par la partie supérieure de la niche et, après avoir lavé les parois, tombe dans la cuvette, toujours à moitié remplie, afin de diluer l'urine et d'éviter les efflorescences salines sur les bords.

Un siphon hydraulique, ventilé ainsi que nous l'avons déjà dit, assure contre tout retour de gaz vicié provenant des drains domestiques et maintient à son niveau l'eau dans la cuvette; il doit pouvoir être fermé facilement en cas d'absence. L'alimentation d'eau se fait soit d'une façon continue, soit comme nous l'avons décrit pour les water-closets. Enfin les urinoirs, comme les appareils pour les water-closets, ne doivent être placés que dans des cabinets aérés directement.

URINOIRS POUR LIEUX PUBLICS, CASERNES, CAFÉS, ÉCOLES

Lorsque la dépense d'un appareil par place est trop élevée, tel est le cas des casernes, cafés, écoles, etc., etc., on peut recourir à la disposition suivante :

La cuvette est remplacée par un caniveau demi-circulaire, de 0m30

Digitized by Google

ou 0m38 de diamètre, en grès émaillé, qu'on allonge à volonté suivant le nombre des places. L'eau, fournie par un réservoir de chasse automatique, arrive à l'une des extrémités et est retenue jusqu'à mi-hauteur par un relèvement de l'autre extrémité ; le canal d'évacuation est muni d'une grille et d'un siphon. Les parois latérales, celles du fond, et les séparations des places, sont formées par des plaques en fonte émaillée, en grès, en pierre polie ou en ardoise.

Un caniveau en grès émaillé, situé au pied même de l'urinoir, reçoit les liquides du sol; ceux-ci sont dirigés vers le tuyau de chute par une conduite munie à son orifice d'un siphon et d'une grille. — Un réservoir de chasse spécial assure la propreté des dalles.

DE L'OBLIGATION D'UN CABINET PAR LOGEMENT

L'infection des maisons à petits loyers, des grands ateliers, des bâtiments d'administrations publiques, par le fait des cabinets désignés sous le nom de *lieux communs* est trop connue pour qu'il soit nécessaire de démontrer le danger qui résulte d'un pareil état de choses et l'impossibilité d'y remédier sans une réforme radicale. Dans les *lieux communs*, chacun se préoccupe peu d'être propre, sachant bien que la négligence du voisin rendrait inutile les soins de propreté de l'un des usagers. La nécessité du cabinet par logement s'impose donc d'une façon absolue; aussi se trouve-t-elle inscrite dans les règlements de la plupart des villes, en Angleterre, en Belgique et bientôt à Paris.

Il ne faut pas croire la chose impossible en pratique, même pour les plus petits logements; à Paris, des propriétaires intelligents sont déjà entrés dans cette voie :

« Il existe à Belleville (disait le docteur Napias, membre de la Commission des logements insalubres, dans la séance du 14 juin 1883), des groupes de constructions ouvrières qui ont toutes un cabinet d'aisance par logement, alors même que le logement ne se compose que de deux pièces et d'une cuisine ou même que d'une seule pièce et d'une cuisine. M. Napias est entré dans plus de vingt logements au hasard et a constaté partout une extrême propreté des cabinets d'aisance, qui ont des sièges en bois ciré et une cuvette à l'anglaise.... Ces logements ne sont pas très

Digitized by Google

chers ; leur prix varie de 220 à 350 francs par an, soit 80 à 90 centimes par jour en moyenne. »

A Londres les logements à bon marché sont construits par plus de vingt-cinq compagnies, soit avec des fonds provenant de souscriptions charitables ou de legs philanthropiques, soit par les souscriptions purement commerciales d'entrepreneurs qui trouvent moyen de donner à bon marché des logements parfaitement salubres, en tirant cinq pour cent nets de l'argent qu'ils placent ainsi.

Voici une description des logements à bon marché, dits « Peabody Buildings » dans Old Pix Streat, empruntée au rapport de la commission technique de l'Assainissement de Paris fait à la suite de son voyage à Londres (avril 1883).

« Les logements sont répartis en très grand nombre dans de hautes maisons à cinq étages. Les maisons laissent entre elles de grandes cours, très propres, mais d'aspect un peu sévère. Les logements sont composés de deux ou trois pièces ; ils se louent de 6,25 à 8 francs par semaine.

Ils sont habités par de petits ménages ou par des ouvriers de choix ; ils sont proprement tenus. La cuisine se fait à l'aide de fourneaux économiques dans l'une des pièces. Chaque locataire a droit, une fois par semaine, à l'usage d'une buanderie où l'eau froide et l'eau chaude lui sont livrées à discrétion. Il y a deux cabinets d'aisance pour deux logements ; en principe, un de ces cabinets doit être réservé aux hommes et l'autre aux femmes ; dans la pratique, chacun des deux logements a pris un cabinet, et la propreté y est parfaite. Chaque siège est muni d'un effet d'eau très simple. Un siphon hydraulique se trouve à l'origine du tuyau d'évacuation ; le diamètre de ces tuyaux est de $0^{m}08$ à $0^{m}10$. Le tuyau de chute est prolongé jusqu'au-dessus du toit pour former ventilateur; la partie inférieure est dirigée vers le tuyau d'évacuation à l'égout. Elle reçoit également les eaux pluviales et ménagères et est munie d'un siphon hydraulique intercepteur avant sa jonction à l'égout public. Les locataires, en entrant dans un des logements des « Peabody Buildings, » doivent signer un engagement relatif à la tenue de ce logement et portant entre autres prescriptions :

« L'obligation de ne laver le linge qu'à la buanderie ;

« L'obligation de ne battre ou secouer aucun tapis après dix heures du matin ;

Digitized by Google

« L'obligation de payer tout dégât causé aux portes, fenêtres, etc.; de payer chaque semaine le loyer d'avance, sans aucune remise de terme arriéré ; — de ne jamais sous-louer le logement ; — d'être expulsé immédiatement en cas d'ivresse ou de désordre ; — de justifier de la vaccination ; — de se rendre ou de se laisser transporter à l'hôpital en cas de maladie infectieuse.

« Le service des portiers et surintendants est absolument gratuit. »

En résumé l'obligation du cabinet par logement, réclamé si vivement au nom de l'hygiène, est, ainsi que nous venons de le voir, une chose possible même pour les petits loyers. Cette obligation, il ne faut pas l'oublier, en entraîne une autre celle, dans chaque cabinet, d'un robinet d'eau pouvant fournir au moins 10 litres par jour et par habitant et, comme conséquence de ce large emploi d'eau, l'écoulement à l'égout des matières diluées.

DRAINAGE DES EAUX PLUVIALES

1° ETAT ACTUEL EN FRANCE

Il y a à distinguer deux cas : les eaux pluviales reçues par les toits avec descentes donnant sur la chaussée publique et les eaux pluviales reçues par les autres toits ou les cours intérieures.

Dans le premier cas, le plus habituellement, les eaux rejoignent le caniveau le plus proche de la chaussée en passant sous le trottoir, au moyen d'une conduite en fonte. Cette disposition, lorsqu'il y a des alternances de gel et de dégel, présente des inconvénients ; il arrive souvent qu'à un moment de dégel le tuyau sous le trottoir se trouve obstrué par de la glace qui n'a pas pu fondre ; alors le tuyau vertical se remplit d'eau et la nuit suivante, si le froid reprend, il se déchire sous l'action de la congélation de l'eau qu'il renferme.

Les eaux des autres toits et celles des cours ne rejoignent pas la chaussée publique. Celles des toits sont dirigées vers un puisard soit par un caniveau à découvert, soit par une conduite souterraine. Celles des cours intérieures sont généralement reçues dans un puisard par une ouverture située au point bas de la cour ; cette ouver-

Digitized by Google

ture est munie d'une grille et communique directement avec le puisard ; aussi, pendant les grandes chaleurs, ce dernier devient souvent une cause d'infection intolérable. Pour y remédier, on emploie souvent une sorte de siphon appelé gueule de cochon, formé par une cuvette en pierre ou en fonte, dans laquelle plonge le tuyau d'arrivée des eaux qui fait suite à la grille. Cette disposition est défectueuse; trop souvent la cuvette se remplit de gravier et de boue qui obstruent le passage de l'eau et, comme il n'y a pas de facilité d'approche, il est impossible de surveiller et d'y remédier sans démolir.

ÉTAT ACTUEL A L'ÉTRANGER

Voyons maintenant comment à l'étranger on procède pour obvier à ces divers inconvénients.

Les eaux pluviales reçues par les toits rejoignent l'évacuateur commun des résidus liquides de la maison par les tuyaux de descente des eaux. Quelquefois ces tuyaux sont munis d'un siphon à section circulaire, de même diamètre au moins et disposé à l'abri de la gelée soit dans les caves, soit dans un puits avec regard et destiné à cet effet. L'orifice de chaque tuyau de descente doit posséder une grille fixe, susceptible d'arrêter tous les objets solides qui pourraient encombrer et engorger le siphon ; celui-ci d'ailleurs possède un regard de vidange facilement accessible.

Dans certains cas, les tuyaux de descente des eaux pluviales, particulièrement ceux des bâtiments publics très élevés, tels que les églises surtout, sont utilisés pour l'aération des égouts secondaires de la ville, avec lesquels ils communiquent alors directement, sans siphon intermédiaire. Nous reviendrons sur ce sujet en traitant de l'aération des égouts.

Pour les eaux pluviales des cours intérieures, le système rationnel et pratique consiste à munir l'orifice d'évacuation, situé au point bas de la cour, d'une grille mobile, à mailles serrées. Cette grille sert à disposer en dessous un réservoir peu profond accompagné d'un siphon présentant une immersion d'au moins 0m06. La grille a pour objet d'arrêter tous les objets solides ou volumineux entraînés par l'eau. Le réservoir arrête la majeure partie des substances solides qui ont pu traverser la grille et ne laisse écouler que l'eau qui va rejoindre l'évacuateur commun des résidus liquides de la maison.

Digitized by Google

Pour que ce réservoir siphon fonctionne bien, il suffit d'enlever les boues et gravier qu'il contient, toutes les fois que cela est nécessaire, et d'y jeter de temps à autre un peu d'eau pendant les époques de sécheresse prolongée.

Comme on le voit, dans le cas d'application du tout à l'égout, les eaux pluviales concourent avec les chasses ordinaires à entretenir la propreté des drains évacuateurs de la maison et à y éviter tout dépôt de matières solides.

On a fait au réservoir siphon le reproche d'être lui-même une cause d'infection pendant les temps secs. Il est évident que les boues qui s'y accumulent peuvent donner lieu à de mauvaises odeurs par les matières organiques qu'elles retiennent. Mais il est facile d'éviter cet inconvénient, qui n'est rien en comparaison d'une communication directe avec un puisard, soit en vidant le réservoir, opération toujours facile, vu son peu de profondeur, soit en jetant de l'eau propre, qui renouvelle celle qui s'y trouve déjà et entraîne les matières organiques en décomposition.

Ajoutons que, le réservoir étant en communication avec une source de chaleur relative, c'est-à-dire l'égout, il se trouve presque complètement à l'abri de la gelée ; aussi son emploi est-il très répandu, non seulement pour les bouches d'égouts privés, mais aussi pour celles des chaussées publiques, en Angleterre, en Belgique, en Allemagne et en Amérique.

Pour les propriétés privées, on en construit de plusieurs dimensions, en fonte ou en grès vernissé, d'une seule pièce, avec siphon, et avec une grille mobile à la partie supérieure. Un panier en tôle galvanisée sis à l'intérieur et muni d'une anse rigide permet de vider facilement le réservoir.

TUYAUX D'ÉVACUATION

DES RÉSIDUS LIQUIDES DE LA MAISON

Ayant déjà abordé cette question à plusieurs reprises, nous passerons rapidement sur les points déjà traités.

En France, les tuyaux d'eaux pluviales sont en ferblanc ou en zinc et placés extérieurement ; ceux des eaux ménagères et de toilette sont en zinc ou en plomb et ceux des cabinets en fonte. Pour

Digitized by Google

ces deux dernières catégories, ils sont le plus souvent disposés à l'intérieur même du bâtiment.

Nous avons vu que, dans cette manière de faire, adoptée dans les constructions françaises, de graves inconvénients résultent et de la nature des matériaux employés, et de la position intérieure donnée aux tuyaux de chute.

En effet les matériaux en usage, tels que zinc, plomb, fonte brute, sont tous plus ou moins attaquables par les liquides auxquels ils livrent passage. Les tuyaux en grès vernissés sont les seuls qui résistent et dont l'emploi puisse être recommandé. D'autre part, la situation des tuyaux de chute à l'intérieur du bâtiment, par suite d'usure ou de rupture de joints, peut donner lieu dans l'habitation à des émanations d'air vicié d'autant plus dangereuses qu'on ne voit pas les fissures. Ces dernières sont plus fréquentes qu'on ne le croit généralement. Elles existent parfois dès le début parce que les joints sont mal faits; dans d'autres circonstances, elles résultent du mouvement des planchers ou du tassement des maçonneries auxquelles les tuyaux sont fixés.

Le seul moyen de se mettre à l'abri de ces graves inconvénients qui peuvent amener mort d'hommes, ainsi que de nombreux exemples l'établissent, est de disposer les tuyaux extérieurement en les accrochant sur la façade secondaire du bâtiment. Alors la surveillance des joints comme leur réparation devient chose possible.

En France, on exagère en général la grosseur des tuyaux d'évacuation en vue d'éviter les dépôts, sans songer qu'on facilite ainsi leur formation. Il est préférable d'adopter les dispositions anglaises permettant d'éviter les dépôts avec bien plus de certitude. Ces dispositions consistent dans l'usage : 1° de grilles à chaque orifice d'évacuation, 2° de réservoirs à sable, pour les eaux des cours intérieures, 3° de réservoirs de chasse d'eau et 4° dans l'emploi de tuyaux de diamètre restreint. Les diamètres doivent être de $0^{m}06$ à $0^{m}10$ pour ceux des eaux pluviales, ménagères ou de toilette et de $0^{m}10$ à $0^{m}15$ au plus, pour ceux des water-closets; les eaux de chasse et même les eaux ordinaires entraînent plus facilement les matières solides dans un tuyau de diamètre restreint, dont ils peuvent laver tout le pourtour intérieur.

Les divers tuyaux de chute de la maison doivent faire leur jonc-

Digitized by Google

tion, sous un angle faible, avec un évacuateur général situé dans une partie facilement accessible du sous-sol.

L'évacuateur général doit être établi de préférence en poterie de grès ou en fonte émaillée de 0m20 de diamètre au plus et présenter une pente d'au moins 0m03 par mètre. Pour éviter les dépôts et entretenir la propreté dans l'évacuateur, surtout s'il n'a pas été possible de lui donner une pente suffisante, on fait usage d'un réservoir de chasse d'eau, qu'on installe dans le sous-sol et qu'on fait communiquer, soit avec l'amont de l'évacuateur, soit même avec la partie inférieure du drain connu pour être la principale source des dépôts.

Lorsque les jonctions avec l'évacuateur se présentent sous des angles trop brusques et partout où l'on peut prévoir une formation de dépôts, il est prudent d'y établir des regards.

Enfin, il est utile que toute la canalisation privée soit parcourue constamment par un courant d'air pur destiné à brûler les dernières traces des matières organiques que les eaux de chasse ont pu y laisser. A cet effet, on établit au-dessus du sol une prise d'air amenant celui-ci à la partie inférieure de chaque tuyau de chute. L'air, à la faveur d'un appel, circule dans ledit tuyau qu'on prolonge jusqu'au-dessus du faîtage. Souvent on se contente d'une seule prise d'air correspondant à l'évacuateur général.

Ce dernier, dans la plupart des installations anglaises, est muni, un peu avant ou après sa sortie du bâtiment, d'un siphon avec regard de nettoyage.

Parfois ce regard est formé, d'une façon très simple, par un tuyau en deux parties dont l'une, fixe, forme le radier et l'autre, mobile, le couvercle. Ce regard est toujours installé au fond d'un petit puits situé extérieurement au bâtiment, contre la façade et en avant du siphon.

Nous avons vu également recommander l'usage de siphons, avec regards, à chaque jonction d'un tuyau de chute avec l'évacuateur commun ainsi qu'à la rencontre de ce dernier avec l'égout municipal. Toutes ces dispositions sont indiquées en vue d'enlever facilement les dépôts qui pourraient se former et d'éviter le retour de l'air vicié provenant, soit des drains privés, soit de l'égout public. Elles ne sont point indispensables, ni même utiles, avec un réseau de drains privés bien étudié et bien établi.

Les siphons, désignés sous divers noms, placés aux jonctions des

Digitized by Google

drains ou disposés sur le parcours de l'évacuateur, ainsi que les changements de section au droit des regards, ne peuvent que nuire à l'efficacité des chasses d'eau et favoriser la formation des dépôts.

Pour obtenir un bon fonctionnement avec des drains privés convenablement établis, il suffit d'avoir un siphon un peu en contrebas de chaque orifice d'évacuation, des chasses d'eau suffisantes, toujours beaucoup moins coûteuses que les frais d'entretien des regards et siphon et, enfin, une circulation d'air continue dans l'évacuateur commun ainsi que dans chaque tuyau de chute. Les regards ne doivent être employés que lorsque la difficulté de l'installation des drains ne permet pas de faire autrement. — Encore, dans ce cas, ils ne doivent consister qu'en une simple tubulure verticale, ne modifiant pas la section d'écoulement des eaux.

Tels sont d'ailleurs les principes admis à Francfort-sur-Mein et qui ont donné d'excellents résultats.

Un grand soin doit être apporté à la confection des joints et particulièrement de ceux qui sont à l'intérieur des bâtiments. Lorsqu'on fait usage de poteries de grès, les joints se font généralement au ciment à prise lente. Lorsqu'ils ont réussi et qu'ils sont faits depuis un certain temps, il est bon de passer dessus une couche ou deux de lait de chaux ou de goudron pour boucher les fissures du ciment.

Quoi qu'il en soit, il est indispensable de s'assurer de l'état des joints d'abord tout après la construction puis à chaque réparation.

Cette vérification se fait à l'aide d'une essence à odeur très forte, comme l'essence de menthe, ou à l'aide de la fumée que l'on amène à l'intérieur du drain à examiner.

A ce sujet, il existe en Angleterre et particulièrement à Londres, des associations de propriétaires d'immeubles, opérant d'une façon analogue à celle de nos associations de propriétaires de machines à vapeur.

L'association possède des inspecteurs spécialistes qui vérifient, moyennant une certaine rétribution, l'organisation générale de tous les appareils sanitaires et particulièrement l'état des joints de tous les drains privés et cela pour tous les immeubles appartenant aux associés. Ils relèvent les points défectueux et font procéder, sous leur surveillance, aux réparations nécessaires.

Digitized by Google

Digitized by Google

LIVRE II

ASSAINISSEMENT DES VILLES

CHAPITRE PREMIER

IMPORTANCE DES TRAVAUX D'ASSAINISSEMENT DES VILLES

On lit dans les *documents anglais*, publiés par les soins de la préfecture de la Seine, page 323 (1) :

« Les épidémies auront probablement pour résultat de produire les plus grandes améliorations modernes de la vie civile et sociale, puisque toutes les recherches et l'étude du passé démontrent, d'une manière de plus en plus évidente, que la négligence des travaux sanitaires a toujours tendu à produire, dans le passé, la peste et la contagion et, de nos jours, à y ajouter encore la fièvre typhoïde et le choléra. Il y a des saisons saines et des saisons malsaines, des périodes de pluies excessives et prolongées qui amènent des fièvres, et des sécheresses extrêmes qui produisent la famine. L'effet des unes et des autres est d'abaisser le niveau de la santé publique et de rendre l'organisme humain plus sensible à d'autres influences malsaines qui viennent encore aggraver le mal. Les saisons pluvieuses nuisent à la végétation, tendent à développer des épidémies parmi les animaux et rendent ainsi la nourriture de l'homme malsaine ; les grandes sécheresses diminuent les récoltes ou les détruisent complètement et font périr les hommes et les animaux. Lorsqu'on étudie les causes des maladies, il ne faut ni perdre de vue ces influences ni leur attribuer une importance trop grande, nous voulons dire qu'il ne faut pas toujours attribuer un surcroît de maladie au climat, aux saisons ou au temps, lorsqu'il est possible de découvrir d'autres causes plus puissantes et plus nuisibles que l'on pourrait

(1) Préfecture de la Seine. Épuration et utilisation des eaux d'égout — Documents Anglais. — Gauthier-Villars, éditeur 1877.

Digitized by Google

combattre. L'histoire a conservé vaguement le souvenir de grandes épidémies qui auraient éclaté, il y a bien des siècles, en Ethiopie, en Egypte et dans l'Inde; un souvenir plus précis de la peste d'Athènes, 430 ans avant Jésus-Christ; enfin des détails complets sur les épidémies, la suette, la peste noire du moyen âge, auxquels il faut ajouter nos rapports modernes sur la fièvre typhoïde et le choléra. Ce que nous savons de certaines parties de l'Asie et de l'Europe pour les causes des maladies, il nous est permis de l'admettre pour l'Inde, la Chine et les autres régions habitées de la surface du globe; les grandes agglomérations d'hommes qui vivent dans la malpropreté, qui se nourrissent d'aliments malsains, qui boivent des eaux impures et qui violent toutes les lois de la morale, doivent nécessairement souffrir de maladies virulentes et mener une existence misérable et de peu de durée. La seule description des villes, des maisons, des habitudes domestiques et de la manière de vivre de nos pères, au moyen âge, suffit pour nous permettre de deviner quelques-unes des principales causes de leurs maladies. Les demeures étaient entassées dans l'espace le plus restreint possible, pour en rendre la défense plus facile; les rues étaient étroites, les étages faisaient saillie les uns sur les autres, de manière à intercepter le jour et à diminuer la circulation de l'air; les rues étaient dépourvues d'égouts, pavées irrégulièrement de pavés inégaux; s'il y avait un ruisseau, il coulait au milieu de la rue et, à la surface, étaient répandues les ordures des maisons voisines, qui pourrissaient sur place. L'intérieur des habitations n'était pas plus propre.

« La terre servait de plancher au rez-de-chaussée; seulement, dans les maisons riches, on y étalait une couche de paille ou de roseaux qui recevait l'urine des animaux et des hommes, le crachat, les matières vomies, les restes de bière, de viandes, de poissons, les os et d'autres saletés sans nom, qui s'accumulaient presque indéfiniment et n'étaient jamais complètement nettoyées.

. . . . . .

« C'est en vertu des lois de 1848 et 1875 que se font tous les travaux d'assainissement en Angleterre. Le grand obstacle au progrès est la crainte de payer quelques taxes de plus et l'ignorance de ce que coûte en réalité la négligence de certaines précautions.

« Comme rien n'a de valeur sans la vie humaine, il s'ensuit que la santé humaine doit être la chose la plus précieuse et, par consé-

Digitized by Google

quent, que toutes les taxes qui sont nécessaires pour conserver la santé et prolonger la vie doivent être acceptées sans regret. L'histoire du passé nous montre que la maladie, sous ses formes les plus horribles, a quelquefois détruit des populations entières qui vivaient dans un état de saleté que la plume se refuse à décrire. Des recherches récentes ont démontré que des maladies modernes du caractère le plus dangereux, telles que le typhus et le choléra, sont engendrées par la putréfaction de matières impures et le mépris de toutes les lois de l'hygiène. La civilisation moderne agglomère les populations et exige de nouveaux travaux sanitaires, et les travaux les meilleurs sont ceux qui produisent d'une manière permanente les résultats les plus favorables avec le moins de dépense. »

Toutes les questions relatives à l'hygiène publique présentent donc le plus grand intérêt.

Elles ont provoqué, depuis une quarantaine d'années surtout, des recherches scientifiques et des applications pratiques qui ont mis en évidence des faits positifs et des notions précises à l'aide desquels on peut dès maintenant créer une branche nouvelle des sciences appliquées. Cette branche est celle de l'hygiène publique, capable de formuler les principes d'après lesquels devront être exécutés tous les travaux ayant pour but d'obtenir le maximum pratique de salubrité pour l'habitation, la ville et la banlieue.

Ces notions nous viennent pour la plupart d'Angleterre, où elles ont été établies, à la suite d'études prolongées, par une commission de savants médecins, chimistes et ingénieurs que le parlement anglais institua en 1848, à la suite de la terrible épidémie de choléra qui eut lieu à cette époque. Depuis elles ont été confirmées et complétées par les études et expériences d'autres savants anglais, français, allemands, belges et américains.

Ce sont ces notions, encore peu répandues en France, que nous nous sommes proposés de réunir et de résumer dans ce travail.

DE L'ASSAINISSEMENT DES VILLES

Dans l'étude précédente nous avons vu que, pour la salubrité de la maison, ce qu'il importait le plus, c'était d'expulser hors de celle-ci toutes les immondices résultant de la vie journalière et cela, autant que possible, au fur et à mesure de leur production.

Digitized by Google

Ce qui est vrai pour la maison est également vrai pour la ville. En effet, ces immondices de toutes sortes, produites au milieu d'un grand centre d'habitations et auxquelles viennent s'ajouter celles déposées sur les chaussées, constituent, particulièrement pendant les chaleurs, des foyers d'émanations dangereuses pour les habitants et surtout des milieux favorables au développement des germes infectieux en temps d'épidémie. C'est pourquoi les municipalités soucieuses de réaliser, pour leurs villes, la situation sanitaire la plus satisfaisante possible, se préoccupent des moyens d'emmener journellement au dehors ces immondices, au fur et à mesure qu'elles se produisent. Mais cette solution, ainsi limitée, ne saurait être satisfaisante puisqu'elle ne ferait que déplacer les foyers d'infection.

Il ne faut pas que ces immondices, transportées à l'extérieur de la ville, puissent être une cause de gêne et d'insalubrité pour les habitants de la banlieue. Aussi, la solution complète de cette question, liée d'une façon si étroite avec l'hygiène publique d'un pays, comprend-elle deux phases : *l'assainissement intérieur* des villes et *l'assainissement extérieur*.

Nous allons d'abord étudier les conditions essentielles à réaliser pour assurer le maximum pratique de l'assainissement intérieur de la ville.

ASSAINISSEMENT INTÉRIEUR

Pourassurer l'assainissement intérieur des grands centres, la première préoccupation des municipalités est de pourvoir la ville d'une abondante distribution d'eau, base essentielle de tout assainissement sérieux. L'eau de source étant rare, on est amené souvent à avoir deux distributions distinctes : l'une d'eau potable (eau de source), réservée aux usages domestiques ; l'autre, d'eau quelconque, mais limpide cependant, affectée aux services publics, c'est-à-dire au lavage des rues, des égouts, aux services des bouches d'incendie, des jets d'eau, des lavoirs publics, des cuvettes et tuyaux de chute des cabinets d'aisance, etc.

L'eau arrivant partout, jusqu'à l'intérieur de la maison, on conçoit que la propreté de l'habitation, point de départ de l'assainissement de la ville, et celle du sol de toutes les voies publiques est facile à obtenir. Mais cette eau, après avoir servi aux usages domes-

Digitized by Google

tiques et aux arrosages des chaussées, se charge d'impuretés ; il faut donc l'évacuer hors de la ville.

Les municipalités sont donc amenées à créer, parallèlement aux conduites de distributions d'eau, tout un réseau de voies souterraines, étendant ses ramifications sous toutes les chaussées et, dans certaines villes, jusque sous les habitations riveraines. Les eaux des lavages publics, les déjections des animaux qui parcourent les rues, les débris de toute nature qui jonchent le sol, la poussière, la boue, les eaux ménagères, les eaux vannes, quelquefois même les matières fécales, sont entraînées par le flot liquide que fournissent journellement les distributions d'eau et accidentellement les eaux pluviales.

Suivant une comparaison fort juste, due à l'éminent et regretté chimiste, M. Dumas, l'ensemble des égouts constitue une sorte de réseau veineux qui expulse de la ville, à l'état vicié, l'eau introduite, à l'état pur, par le réseau artériel de distribution des eaux pures.

Ainsi donc, grâce au concours d'une distribution d'eau suffisante et d'un réseau complet d'égout, les municipalités peuvent rejeter journellement, hors l'enceinte de leurs villes, les immondices de toute nature au fur et à mesure qu'elles se produisent, et assurer de la sorte, aussi bien que possible, une des conditions les plus importantes de l'assainissement intérieur de leurs villes.

Pour résoudre le problème d'une façon complète, il faut également :

Supprimer toutes les causes de mauvaises odeurs, lesquelles influent d'une façon si fâcheuse sur la santé,

Créer des voies permettant l'accès facile, à toutes les habitations, de l'air pur et de la lumière solaire,

Maintenir le sous-sol, jusqu'au niveau des caves, à l'abri d'un excès d'humidité et des fluctuations de la nappe souterraine, si favorables à l'éclosion des fièvres,

Adopter, pour leurs chaussées, des surfaces suffisamment lisses et imperméables, permettant un balayage et un lavage faciles sans qu'elles se laissent imprégner par les eaux de lavage ou de pluie, toujours plus ou moins chargées de matières organiques,

Voûter les ruisseaux et les rivières importantes qui les traversent, ceux-ci étant toujours des lieux de dépôt d'immondices de toute nature, et par conséquent des foyers dangereux d'infection,

Etc., etc.

En résumé, les travaux nécessaires pour assurer l'assainissement

Digitized by Google

d'une ville sont assez variés et les ingénieurs municipaux, pour résoudre le problème d'une façon aussi satisfaisante que possible et avec le minimum réel de dépenses, doivent ne rien entreprendre sans avoir fait, au préalable, une étude complète des conditions locales et des principes d'hygiène municipale.

Nous allons passer successivement en revue les travaux les plus essentiels.

Digitized by Google

CHAPITRE II

DISTRIBUTION D'EAU DES VILLES

HISTORIQUE — QUESTIONS A RÉSOUDRE

Dans tous les pays les populations se sont agglomérées de préférence là où elles ont pu se procurer facilement l'eau nécessaire à leurs besoins, c'est-à-dire à proximité d'une rivière ou d'un fleuve, lesquels, en outre, ont été pendant longtemps avec les mers, les seules voies de communication faciles. Dans les pays où, au contraire, l'eau est rare ou même manque totalement, les populations sont restées nomades.

Pendant longtemps, l'homme s'est contenté de l'eau qu'il puisait dans la rivière, dans une source ou dans la nappe souterraine à l'aide de puits ; mais au fur et à mesure que la civilisation a progressé, que les agglomérations ont augmenté d'importance et que l'industrie s'est développée, l'infection des rivières et du sous-sol, par le fait des habitants riverains, ainsi qu'un plus grand besoin de bien-être, ont fait éprouver la nécessité d'amener des eaux pures à l'intérieur même des villes, en allant les chercher parfois à grande distance et à grands frais.

Il existe, encore de nos jours, d'anciens travaux importants ayant pour but d'amener, au centre même des localités habitées, des eaux de source situées à un niveau supérieur et cela, non seulement pour les besoins domestiques proprement dits, mais aussi pour l'alimentation de vastes établissements de bains et de fontaines monumentales à écoulement libre.

Les Romains particulièrement ont excellé dans ce genre de travaux et, par les soins, le luxe même qu'ils ont apportés à ceux-ci, ils ont montré tout l'intérêt qui s'attachait pour eux à avoir une distribution d'eau à la fois abondante et de bonne qualité.

Aujourd'hui, alors que dans les villes les populations sont plus condensées et que la vie moins active se passe moins en plein air qu'autrefois, les exigences hygiéniques sont devenues plus grandes et on ne saurait se contenter de fontaines publiques établies sur

Digitized by Google

les places ni même de simples distributions dans les rues, à robinet libre. Il faut une distribution capable d'amener, dans toutes les maisons, à tous les étages et à la portée de chaque habitant, une eau pure et en quantité suffisante.

S'agit-il de villes très importantes, les eaux de source étant rares et coûteuses, on est souvent conduit à avoir deux distributions : l'une d'eau potable, pour les usages domestiques et qui doit atteindre le chiffre de 30 litres par habitant, ainsi que nous l'expliquerons plus loin ; l'autre, d'eau quelconque mais limpide, pour le service des fontaines monumentales, pour l'arrosage et le lavage des chaussées, des caniveaux, des égouts, pour les usages industriels, etc., etc. Mais ce qu'il importe avant tout, c'est d'avoir de l'eau potable.

Il est à remarquer que si l'homme, par un long usage, peut s'habituer à des eaux de mauvaise qualité, l'habitude la plus invétérée ne pervertit point son goût à cet égard et ne l'empêche jamais de préférer une eau de source ou de rivière de bonne qualité à une eau chargée de matières salines ou organiques.

Aucune amélioration urbaine n'est mieux appréciée et plus universellement applaudie, que le perfectionnement apporté à la distribution d'eau sous le rapport de la qualité, de la quantité et de la répartition.

Un projet de distribution d'eau est donc l'un des plus importants parmi ceux qu'une municipalité soit appelée à réaliser.

Tout projet de ce genre comporte les questions suivantes à étudier :

1° Détermination du volume d'eau total nécessaire à la ville,

2° Qualités que doivent présenter les eaux à distribuer,

3° Jaugeage et détermination du volume minimum que peuvent débiter les sources en vue,

4° Calculs des sections à donner aux canaux d'amenée et aux tuyaux de distribution,

5° Travaux d'amenée et de distribution,

6° Réservoirs, canalisations.

Nous ne traiterons bien entendu ces diverses questions que sur les points se rattachant à l'hygiène et nous renvoyons les lecteurs aux ouvrages spéciaux pour tous les autres renseignements.

VOLUME D'EAU NÉCESSAIRE A UNE VILLE

L'homme consomme en moyenne, par jour, 2 litres d'eau pour

Digitized by Google

sa boisson et ses aliments, 18 litres pour divers usages externes et il lui faut, en outre, ainsi que nous l'avons vu, 10 litres par jour, pour entretenir la propreté dans les water-closets.

Pour satisfaire à l'hygiène et aux exigences d'une grande ville, on peut calculer le volume total d'eau à fournir par jour d'après le tableau suivant :

PAR JOUR	Par personne.	30 litres
	Par cheval.	75 »
	Par tête de gros bétail.	75 »
	Par voiture à deux roues.	40 »
	— à quatre roues (de louage)	50 »
	— — (de luxe).	100 »
	Par boutique.	100 »
	Par mètre carré de chaussée, cours, allées et jardins.	3 »
	Pour toutes les fontaines monumentales, dans les grandes villes, cette consommation peut atteindre le chiffre de 20 litres par habitant et par jour (ex. Paris). . . . . H. ×	20 »
	Pour le lavage des caniveaux et égouts un cube variable de 50 à 100 litres par habitant suivant que les égouts présentent plus ou moins de pente, et qu'on admet plus ou moins de boues dans les égouts, soit. . . . . H. × 50 à	100 »

En dehors de cette consommation assez constante dans une ville, dès que les habitudes sont prises, il y a lieu de tenir compte de celle faite par l'industrie en observant, toutefois, que les eaux, après leur usage, peuvent le plus souvent concourir au lavage des égouts.

Voici quelques renseignements à ce sujet :

Par hectolitre de bière		300 litres
Par bain (plus nombreux pendant les chaleurs)		300 »
Par heure de marche	par cheval-vapeur pour machine à haute pression	35 »
	— — à détente et condensation.	500 »
	par cheval-vapeur pour machine à basse pression	800 »

Il est juste d'ajouter que, dès qu'il s'agit d'une machine importante, l'industriel a avantage à se servir de l'eau de la nappe souterraine quand celle-ci est suffisamment pure et est située à une faible profondeur.

En résumé, il a été reconnu qu'une distribution d'eau pouvant fournir un cube total à raison de 150 litres par habitant et par

Digitized by Google

jour, paraît suffisante pour tous les besoins ordinaires d'une ville.

A part Rome et quelques villes, éminemment industrielles, la plupart d'entre elles sont loin d'avoir une distribution aussi abondante, ainsi que le montre le tableau suivant. Au surplus, l'état sanitaire d'une ville dépend bien moins de la quantité que de la qualité et de l'emploi judicieux de l'eau distribuée. C'est ainsi qu'à Londres, à Croydon et dans bien d'autres villes d'Angleterre, à Bruxelles, à Berlin, à Breslau, à Dantzig et particulièrement à Francfort-sur-le-Mein, etc., etc., où la distribution d'eau n'atteint souvent pas 100 litres par habitant et par jour, la mortalité est aujourd'hui bien inférieure à celle des villes telles que Rome, Marseille, Grenoble, Reims, Paris, etc., etc., où cependant la distribution fournit des quantités d'eau beaucoup plus considérables.

QUANTITÉ D'EAU DISTRIBUÉE DANS QUELQUES VILLES

PAR JOUR ET PAR HABITANT

NOMS DES VILLES	POPULATION	EAU FOURNIE	NATURE DES EAUX	OBSERVATIONS
		litres.		
Rome ancienne. .		2,000	Sources	
Rome moderne. .	175,000	940	Id.	
New-York	1,450,000	1,000	Rivière.	Travaux en cours.
Grenoble	51,000	1,000	Sources.	Travaux récents (1886)
Marseille	360,000	770	Durance.	Travaux récents.
Carcassonne. . .	18,000	440	Rivière.	
Reims	56,000	400		
Nancy	75,000	350	Galerie filtrante.	
Berlin	1,000,000	250	Rivière et nappe.	Travaux récents
Toulon	70,000	250	Sources.	Id. (1885).
Besançon	44,000	240	Id.	
Montpellier . . .	56,005	230	Sources.	
Nîmes	63,552	220		
Naples	500,000	200	Nappe.	Travaux récents (1887).
Lisbonne	302,000	200	Sources.	
Richemond . . .	20,000	180	Rivière	
Bordeaux	140,000	170	Sources.	
Paris	2,300,000	160	Rivières et sources.	
Dantzig.	100,000	150	Sources.	
Toulouse	110,000	140	Rivière.	
Lyon.	376,613	140	Rivière.	
Londres	5,000,000	140	Rivière.	
Dijon.	65,000	120	Sources.	
Gênes	140,000	120	Sources.	
Breslau.	250,000	120		
Castelnaudary . .	10,000	110	Sources.	
Cologne.	161,260	100		
Glascou.	330,000	100	Lac.	
Manchester . . .	360,000	85	Rivière.	
Francfort-s.-Mein.	130,000	80		
Bruxelles	370,000	75	Rivières.	
Philadelphie. . .	250,000	70	Rivières.	
Nantes	110,000	60	Sources.	
Metz	58,000	25	Sources.	

Digitized by Google

2e QUALITÉS QUE DOIVENT PRÉSENTER LES EAUX A DISTRIBUER
3e ET 4e QUESTION

Ayant traité avec suffisamment de détails la seconde question dans la première partie de notre étude, page 54 et suivantes, nous n'y reviendrons pas ; quant à la 3e et 4e question, elles sont d'ordre purement technique, sans aucun rapport avec l'hygiène publique d'une ville, nous ne nous en occuperons donc pas.

5e ET 6e — TRAVAUX D'AMENÉE ET DE DISTRIBUTION RÉSERVOIRS — CANALISATIONS

Les canaux d'amenée ainsi que les réservoirs doivent être fermés sans quoi, d'une part, les eaux se chargeraient de poussières empruntées à l'atmosphère et, d'autre part, les mousses et les plantes aquatiques, s'y développant rapidement, exigeraient des nettoyages fréquents. Il importe également que les uns et les autres ainsi que les conduites de distribution soient recouverts d'une épaisseur de terre de 1 mètre à 1m20 au minimum, pour maintenir aux eaux leur température naturelle (6° en moyenne), ce qui les fait paraître fraîches en été et modérées en hiver.

Pour la conservation de la salubrité de l'eau, il est essentiel que celle-ci reste en contact avec un air pur convenablement renouvelé. A cet effet, on munit les canaux d'amenée, ainsi que les réservoirs, de prises d'air situées à une certaine hauteur au-dessus du sol et en des points où l'atmosphère conserve toujours une pureté suffisante.

Lorsqu'une ville ne possède qu'un réservoir, la capacité de ce dernier doit égaler au moins la consommation journalière. Il est prudent en outre de lui donner la forme rectangulaire et de le diviser en deux par une cloison transversale, afin de ne pas interrompre le service en cas de réparation.

Le réservoir doit être placé sur un point de la ville assez élevé, pour qu'il puisse desservir non seulement tous les quartiers, mais tous les étages et encore doit-on prévoir les agrandissements futurs de la ville.

La conduite d'amenée débouche à la hauteur que doit atteindre l'eau dans le réservoir et celle de départ a son orifice un peu en

Digitized by Google

contre-haut du fond de celui-ci, de façon à laisser dans ce dernier les dépôts vaseux qui peuvent s'y former.

En vue de l'enlèvement de ces dépôts, des nettoyages assez fréquents doivent être effectués. Pour les rendre faciles, le fond du réservoir doit présenter une assez forte pente vers une des extrémités où se trouve une ouverture de décharge munie, comme celle de prise d'eau, d'une vanne et conduisant les eaux chargées de dépôts vaseux dans une galerie souterraine.

Il est utile que le départ de l'eau du réservoir se fasse par deux conduites maîtresses contournant la ville, chacune de leur côté, ayant à peu près, un service d'égale importance. Ces conduites doivent être reliées entre elles, de distance en distance, par des branchements munis de robinets, de telle façon, qu'en cas de réparation en un point de l'une d'entre elles mise en décharge à cet effet, le service de distribution d'eau ne soit interrompu dans la ville que sur une superficie peu étendue.

En France, les conduites principales sont disposées dans des galeries souterraines servant d'égout; il y a là des avantages sérieux tels qu'économie de pose, de surveillance et de réparation. Se produit-il des fuites? On les retrouve bientôt, et l'eau qui s'échappe contribue au lavage de l'égout sans avoir nui aux propriétés riveraines.

Les conduites d'eau, ainsi que toutes les autres installations possibles à l'intérieur des galeries, doivent être suspendues à l'intrados des voûtes ou tout au moins disposées au dessus du niveau supérieur des eaux d'égout, même additionnées d'eau de pluie ordinaire. De cette façon elles ne sauraient être des causes d'arrêt et de dépôt pour les eaux ordinaires et elles ne peuvent être atteintes que par les eaux de crues exceptionnelles, alors que les eaux impures sont largement diluées.

Lorsqu'une chaussée publique est très large et parcourue par une conduite importante disposée à l'intérieur d'une galerie établie suivant son axe, il est préférable, pour le service des maisons bordant la voie, d'avoir de chaque côté, sous les trottoirs, une conduite secondaire greffée sur la conduite principale. On évite ainsi ces nombreuses tranchées dans la voie publique et ces percements multiples de la conduite maîtresse ainsi que des maçonneries de la galerie souterraine qui la renferme. Au surplus, les frais de cette conduite peu-

Digitized by Google

vent être payés par les propriétaires sans qu'ils soient lésés puisque, grâce à elle, ils évitent la dépense à peu près équivalente qu'ils auraient eu à supporter, pour rejoindre la conduite maîtresse.

Les robinets-vannes des conduites maîtresses atteignant de grandes dimensions, il y a lieu de les disposer, dans une chambre latérale et séparée de la galerie par un mur, de façon à ce qu'ils ne puissent gêner la circulation et à ce qu'ils ne puissent être, pour les eaux impures, une cause d'obstruction, d'arrêt et de dépôt.

Digitized by Google

CHAPITRE III

DES IMMONDICES PRODUITES DANS UNE VILLE

Dans un grand centre d'habitations, la vie journalière donne lieu à une série de détritus, plus ou moins riches en matières organiques, toujours susceptibles, par suite, d'entrer en décomposition, et dont l'éloignement, la disparition, la neutralisation rapide est évidemment la règle élémentaire de l'hygiène publique.

Ces détritus peuvent se ranger en trois groupes principaux :

1° *Les ordures solides :* ordures ménagères, poussières, boues, neiges, les déjections des animaux qui parcourent les rues, les débris de toute nature qui jonchent le sol, etc., etc.,

2° *Les matières de vidange*, recueillies dans les fosses fixes, là où elles ne sont pas projetées directement à l'égout,

3° *Les eaux d'égout*, comprenant les ordures liquides, eaux ménagères et des caniveaux, les eaux pluviales, celles des lavages publics, et une fraction plus ou moins importante des matières de vidange, fraction théoriquement nulle dans les villes à fosses d'aisances ou à systèmes analogues ; mais comprenant, au contraire, la totalité des excréments dans les villes où l'on pratique le système du « tout à l'égout. »

Passons en revue ces différentes catégories d'immondices, en nous rappelant que c'est par leur évacuation constante hors de la cité, au fur et à mesure de leur production, que les villes peuvent réaliser d'une façon sérieuse leur assainissement intérieur.

1° ORDURES ET DÉTRITUS SOLIDES

Les détritus solides sont de deux sortes : ceux provenant des habitations et ceux de toute nature qui jonchent le sol de nos chaussées.

Les ordures ménagères solides sont généralement versées sur les tas de détritus provenant du balayage des chaussées et emmenées avec ceux-ci.

Beaucoup de municipalités astreignent les habitants à réunir les

Digitized by Google

ordures ménagères de chaque habitation (1) dans un récipient plus ou moins bien clos, d'où elles sont versées, chaque jour et à des heures déterminées, dans des voitures affectées spécialement à ce service, ainsi qu'à celui d'enlèvement des tas de détritus provenant du balayage de la chaussée (2). C'est déjà une grande amélioration pour l'hygiène de la voie publique.

A Londres, les habitants, respectueux des règles concernant la propreté et disposant à la vérité de locaux pour y déposer les débris et ordures ménagères, ont l'habitude de ne rien jeter sur les chaussées.

Des enfants enlèvent dans des boîtes une partie des crottins de cheval ; le reste, les pailles, les menus débris divers sont ramassés par les balayeurs et portés dans des sortes de bornes creuses en fonte disposées le long des trottoirs.

Ces bornes se remplissent par le haut et se vident par le bas ; leur emploi a le grand avantage d'éviter, par le fait du vent ou de la circulation, l'éparpillement des détritus.

L'enlèvement des ordures ménagères et de celles des chaussées se fait, à partir de sept heures du matin, à l'aide de petits tombereaux dont le charretier s'arrête successivement à chaque maison pour vider la boîte à ordures, moyennant une légère rémunération.

Cet enlèvement se prolonge fort avant dans la journée et cela sans grand inconvénient, grâce aux habitudes anglaises du récipient, pour les ordures ménagères et de la borne en fonte pour les détritus de la voie publique.

En France, comme en Belgique et en Angleterre, ce service est fait, soit par une entreprise à forfait, soit par la ville elle-même, qui récupère une partie de ses frais par la vente des produits (3).

Quoi qu'il en soit, les frais de nettoyage des chaussées publiques dans les grandes villes atteignent aujourd'hui des chiffres fort élevés : 3,470 francs par an et par hectare pour la Cité à Londres, et 2,160 francs également par hectare et par an, pour les quatre premiers arrondissements de Paris. Dans ces chiffres entrent, pour une forte part, les frais de transport. Il y a donc là, pour les ingé-

(1) Voir au livre 1er le chapitre concernant les détritus solides de la maison.

(2) Paris, Lyon, Bordeaux, Londres, Edimbourg, La Haye, Grenoble.

(3) Lille, Bruxelles.

Digitized by Google

nieurs municipaux, une question importante à étudier; il y a lieu d'examiner, dans chaque cas, s'il n'y aurait pas avantage à faire concourir les égouts, au moins dans une certaine mesure, à l'enlèvement des détritus. Il suffirait souvent, pour obtenir ce résultat avantageux, d'améliorer la canalisation souterraine et de faire usage de réservoirs de chasse-d'eau, de façon à éviter tout dépôt. Ce système, bien entendu, ne pourrait être appliqué que dans les rues avec chaussées en pavés de grès ou de bois, ou bien asphaltées; en résumé avec des chaussées non susceptibles d'envoyer du gravier à l'égout. Il y aurait également lieu de prévoir des emplacements pour les débris d'origine minérale ou autre, provenant de la chaussée ou des habitations et non sujets à fermentation. Ces débris ainsi emmagasinés pourraient être enlevés à une heure quelconque de la journée et, de la sorte, le service d'enlèvement des détritus se trouverait considérablement diminué comme matériel et comme personnel.

ENLÈVEMENT DES NEIGES ET GLACES

L'enlèvement des neiges et glaces, pendant les hivers persistants, cause aux grandes villes de sérieuses difficultés et d'énormes dépenses. Il leur faut cependant y arriver, car la stagnation prolongée des neiges sur les chaussées rend les transports à peu près impossibles et devient, par ce fait, très préjudiciable aux intérêts commerciaux des habitants.

Il y a là, pour les ingénieurs municipaux, un problème qui est encore à résoudre.

Dans beaucoup de villes, pour accélérer l'enlèvement des neiges, on utilise la température relativement élevée des eaux de distribution et des égouts (environ 6°), en en faisant jeter une grande partie dans ces derniers, dans lesquels on envoie, en même temps, le plus d'eau possible. Mais c'est là un moyen dont on ne doit user qu'avec modération, si on ne veut pas s'exposer à congeler les conduites de distribution d'eau que renferment ces égouts et à bloquer ces derniers, par des banquises de neige et de glaces qu'il serait ensuite difficile de faire disparaître.

Un ingénieur, M. Bouvet, a appliqué à Paris, en 1879, la vapeur pour la fusion de la neige, et cela au moyen d'une canalisation

Digitized by Google

métallique mobile, percée de nombreux trous, posée sur le sol et sur laquelle on amoncelle la neige. Il nous paraît plus rationnel d'envoyer de l'eau légèrement chauffée, par les bouches et par les regards, dans les égouts où on peut craindre un engorgement par le fait des neiges ou des glaces.

Digitized by Google

CHAPITRE IV

2° MATIÈRES DE VIDANGE

MATIÈRES DE VIDANGE — QUANTITÉS — COMPOSITION

Les quantités de matières de vidange produites par tête d'habitant, en tenant compte des femmes, des vieillards et des enfants, sont évaluées par Frankland aux chiffres suivants :

Produit journalier, total.	1k	26,	dont
Liquides.	1	17,	et
Solides.	0	09.	

Soit une proportion de 93 pour cent de liquides et 7 pour cent seulement de matières solides.

A l'état de pureté, les 1,000 kilogs de cette matière tout-venant contiennent une grande proportion d'eau, 73 à 75 pour cent, et dosent en azote 9 kil.373, dont 8 kil. 317 dans les liquides et 1 kil. 056 dans les solides, soit une dose plus de 8 fois plus forte dans les liquides que dans les solides.

D'après cela, les quantités de matières de vidange, sans addition d'eau, produites journellement, sont, à Paris, d'au moins 2,520,000 kilogs ou environ 2,520 mètres cubes, dont 2,344 liquides et 176 seulement solides ; et les quantités journalières d'azote rendues ainsi par la population parisienne sont de 23,620 kilogs.

Le même calcul, appliqué à Dijon, indique une production journalière de 75,000 kilogs de matières de vidange sans addition d'eau, soit environ 75 mètres cubes, dont 69m5 à l'état liquide et 5m5 à l'état solide, le tout contenant environ 700 kilogrammes d'azote.

Une conséquence importante que nous voulons déduire de suite des chiffres ci-dessus, c'est que les matières liquides contiennent plus d'éléments organiques et, par suite, plus d'éléments susceptibles d'entrer en fermentation ; aussi, au point de vue hygiénique, ce sont les plus à craindre et cependant, en fait, ce sont souvent celles dont on se préoccupe le moins.

Digitized by Google

ÉVACUATION DES MATIÈRES DE VIDANGE — HISTORIQUE

Dans la première partie de notre travail, nous avons étudié les cabinets d'aisances au double point de vue de leur installation et des appareils et nous avons réservé, pour cette seconde partie, la question si importante de l'évacuation des matières de vidange.

Pendant longtemps, on s'est borné à rejeter ces dernières hors de la maison d'habitation.

En France, au moyen âge, on se contentait, le plus souvent, de déverser chaque matin, par la fenêtre et sur la voie publique, le contenu des vases de nuit.

Nos vieux chroniqueurs nous ont transmis l'anecdote du bon roi saint Louis qui, se rendant de bonne heure à la messe, fut victime d'un accident dû à la maladresse ou à la malice de deux étudiants. Ceux-ci procédaient à l'assainissement matinal de leur logis au moment du passage du saint roi, lequel fut inondé par cette pluie d'un nouveau genre. On ajoute que saint Louis, touché du repentir que manifestèrent les coupables, non seulement leur pardonna, mais les gratifia chacun d'une grasse abbaye.

Ce mode barbare d'évacuation était encore en usage, il y a peu d'années, dans presque toutes les villes du littoral de la Méditerranée.

Aujourd'hui même, dans une préfecture, à Digne, la fosse n'existe que dans les immeubles bordant les rues principales ; dans toutes les autres rues, les matières de vidange sont projetées, la nuit et même le jour, sur les voies publiques recouvertes, à cet effet, de débris de paille et d'herbe, que les riverains relèvent toutes les quinzaines pour s'en servir comme engrais.

Des faits analogues se voient également à Bourg (cônes de Bourges), à Clermont, etc., etc.

On ne peut croire à l'existence d'habitudes aussi malsaines, si on ne les a vues.

DES FOSSES

Peu à peu cependant des règlements intervinrent, dans les grandes villes (1) au moins, et obligèrent chaque maison à se pourvoir

(1) Pour Paris, arrêt du Parlement de 1533 confirmé par un édit de François Ier de 1539.

Digitized by Google

de fosses d'aisances suffisantes, eu égard au nombre des habitants. On retrouve cette prescription dans plusieurs coutumes provinciales. Aujourd'hui les municipalités ont plein pouvoir pour prescrire à cet égard toutes les mesures qui leur paraissent utiles dans l'intérêt de l'hygiène publique.

Mais la fosse, tout en apportant un énorme progrès à ces coutumes d'un autre âge, est cependant loin de constituer un système parfait. Si elle débarrasse la voie publique, elle infecte le sous-sol ; la plupart du temps, non seulement les fosses ne sont pas étanches, mais on prend grand soin, pour éviter une partie des frais d'enlèvement, d'assurer le départ, dans le sol, des matières liquides beaucoup plus abondantes et plus dangereuses que les matières solides.

Cette solution de la fosse fixe améliore donc la propreté et l'hygiène des rues, mais transforme le sous-sol en un foyer d'infection.

FOSSES ÉTANCHES

Un nouveau progrès consiste dans l'emploi de fosses étanches et construites suivant des règles déterminées pour en assurer l'étanchéité, l'aération et le service de vidange. Des arrêtés municipaux sont pris à cet égard dans toutes les villes un peu importantes ; malheureusement, ils sont loin d'être exécutés et les propriétaires, qui trouvent les frais de vidange élevés, tâchent de s'y soustraire le plus possible. C'est ainsi qu'à Dijon, sur cent fosses il y en a bien encore quatre-vingt-dix établies simplement sur le sable et sans enduit de ciment. Dans beaucoup d'anciens hôtels ou d'anciens couvents il en existe d'énormes, dont quelques-unes n'ont jamais été vidées et cependant Dijon est relativement une des villes de France les plus propres.

Mais la fosse même dite étanche, construite avec tout le soin désirable, est loin de présenter une solution satisfaisante ; en effet, l'imperméabilité n'est jamais absolue, les enduits se détériorent rapidement et bientôt le sous-sol se trouve imprégné de matières fécales fermentées. Ces faits ont été constatés à Paris, où les fosses sont dites étanches et surveillées, quant à leur entretien, aussi bien que possible, par les agents de l'administration (Commission de l'assainissement de Paris, instituée le 25 septembre 1880 : note de M. Vurtz).

Digitized by Google

A ces premiers inconvénients, ajoutons ceux dus aux tuyaux de ventilation, à l'extraction des vidanges et aux établissements de dépotoirs. Les tuyaux de ventilation, qu'on ne peut se dispenser d'établir sur les fosses, donnent lieu à des émanations délétères d'hydrogène sulfuré et phosphoré, qui se répandent constamment dans l'air. Ces émanations sont rapidement dissipées par le vent, quand il souffle avec une certaine force ; mais, lorsque le temps est lourd et que la ville est entourée de brouillards, toutes ces odeurs fétides restent suspendues au-dessus des maisons, s'abaissent dans les rues et atteignent, dans tous les cas, les maisons situées sur les points élevés de la ville.

Hervé Mangon a reconnu que, dans l'état actuel, à Paris, il s'échappe par les tuyaux d'évent plus de deux millions de kilogrammes d'azote par an qui, entraînés dans l'atmosphère à l'état de miasmes infects, la corrompent et concourent pour une large part à l'insalubrité de la ville.

L'extraction de la vidange vient encore accuser les inconvénients de la fosse fixe: tout le monde connaît les odeurs qu'entraîne cette opération, tout le monde a rencontré les tonneaux bruyants et immondes qui sillonnent, toutes les nuits, les voies des cités encore condamnées à cette manutention barbare.

Le *plomb* des vidangeurs fait trop souvent des victimes ; M. Boutmy a publié d'intéressantes expériences sur le pouvoir toxique des matières de vidange *fermentées* lesquelles, sous un petit volume, sont capables d'empoisonner des masses d'air considérables.

Enfin, les fosses fixes ont l'immense inconvénient d'exiger, à des distances assez rapprochées, l'établissement de dépotoirs formant comme une ceinture de mauvaises odeurs autour des villes.

Ces matières étendues sont évaporées à l'air libre et donnent une terre noire appelée *poudrette*, dosant 12 pour 1,000 d'azote. Elles se placent sans difficulté, surtout dans les pays du Midi où l'on cultive l'olivier.

Au point de vue agricole, un grand progrès a été apporté à cette industrie : c'est le traitement des liquides par l'acide sulfurique. On obtient ainsi un sel blanc, le sulfate d'ammoniaque, dosant 21 pour 1,000 d'azote et pouvant être livré à la culture à une grande distance du lieu de production. Malheureusement cette opération met en liberté et dégage une grande quantité d'acides organiques d'une

Digitized by Google

odeur pénétrante et écœurante au plus haut degré. D'autre part, ce que les vidangeurs appellent de bonnes matières ou matières fortes, sont celles dosant 9 kilogrammes d'azote au mètre cube, c'est-à-dire des matières excrémentielles presque sans addition d'eau. Or, au fur et à mesure que l'assainissement se perfectionne ou, ce qui revient au même, que les quantités d'eau employées aux usages domestiques sont de plus en plus grandes, les matières deviennent plus diluées, par suite de plus en plus mauvaises au point de vue industriel. C'est ainsi qu'à Paris, dans les quartiers aisés, elles ne dosent plus que 1 d'azote et même moins ; l'hygiène a gagné mais l'industriel voit son exploitation devenir à peu près impossible ; aussi viendra-t-il un moment où il ne voudra plus les traiter.

FOSSES MOBILES

Les fosses mobiles consistent en des tonneaux qui reçoivent et gardent tous les excréments solides et liquides. « Un des défauts les plus graves de ce système, écrit M. Brouardel, se trouve dans les frais de manutention et de transport qu'il impose aux propriétaires. Pour rendre les tinettes maniables et transportables, on a dû réduire leur volume à celui d'une futaille de dimension ordinaire, représentant un poids de 250 kilogrammes. Par suite il est nécessaire, tous les huit ou dix jours environ, de remplacer le récipient rempli par un récipient vide. On conçoit que si, à Paris, tous les tuyaux de chute, au nombre de 230,000, étaient munis d'un tonneau semblable, la circulation de voitures chargées de tinettes serait incessante dans la ville (1). »

Les fosses mobiles présentent en outre les inconvénients suivants: étant dépourvues de tuyaux d'évent, les gaz refluent dans les cabinets ;

Si le sol s'imprègne, — ce qui arrive en cas de trop plein, — l'atmosphère des caves et par suite celle des maisons est infectée ;

En fait, le système des fosses mobiles exige le maintien des dépotoirs. Par ces divers motifs, ce système doit donc être rejeté comme contraire à l'hygiène de l'habitation et de la ville.

(1) Commission de l'Assainissement de Paris, sept. 1880.

Digitized by Google

DES TINETTES FILTRANTES

Pendant un certain temps, on a cru à Paris pouvoir remplacer avantageusement les fosses fixes par les tinettes filtrantes retenant, soi-disant, les matières solides et laissant écouler les eaux-vannes. Si ces appareils fonctionnaient comme on le prétendait, cette transformation eût présenté les avantages suivants :

1° Suppression du tuyau d'évent et, par suite, des odeurs qui en proviennent,

2° Enlèvement plus rapide des matières, dont le cube se trouve ainsi réduit au cinquième,

3° Suppression des manœuvres de vidanges, qui infectent si souvent les rues,

4° Diminution considérable dans l'importance des dépotoirs,

5° Propreté plus grande des cabinets, les propriétaires ne reculant plus devant l'installation d'une distribution d'eau à tous les étages de leurs maisons, en alléguant le remplissage trop rapide de leurs fosses d'aisances.

Leur établissement à Paris a été autorisé par arrêté de M. le Préfet de la Seine, en date du 2 juillet 1867. La faveur accordée par le public à ces appareils a fait que leur nombre s'est accru rapidement. Au 1er octobre 1882, il était de 15,525 ; aujourd'hui, il atteint le chiffre de 27,000 environ desservant une population de près de 500,000 habitants.

En fait, le rôle hygiénique des tinettes est nul et plutôt fâcheux. En effet, on maintient au bas des tuyaux de chute un élément de fosse plus ou moins infect. Comme avec les tonneaux, on expose les sous-sols à des débordements et à des manutentions qui peuvent les souiller. Les matières étant entraînées en majeure partie par l'eau, il ne reste guère à l'intérieur des tinettes que des objets solides, jetés dans les cabinets et plus ou moins souillés. En réalité, c'est l'écoulement direct et total à l'égout, dissimulé et compliqué, fait qu'un membre d'une des commissions municipales de l'assainissement de Paris a exprimé d'une façon saisissante en disant : « La tinette-filtre, c'est l'hypocrisie du tout à l'égout. »

Un autre inconvénient de la tinette, résultant de l'entraînement plus ou moins complet par l'eau, est que l'entrepreneur ne pouvant

Digitized by Google

retirer aucune utilité des produits retenus par l'appareil, demande des frais élevés de manutention et multiplie son enlèvement. On peut donc adresser à l'emploi de la tinette filtrante les mêmes reproches qu'à celui des fosses mobiles.

VIDANGE A L'ÉGOUT

Les nombreux inconvénients des procédés précédents qui s'accentuent avec l'importance d'une ville, devaient forcément amener des recherches sur le meilleur moyen pratique à employer pour les supprimer.

C'est en Angleterre que l'on a travaillé le plus cette importante question d'hygiène municipale.

Une commission technique, composée de savants anglais, fut instituée par le Parlement vers 1848-49 sous le nom de Général Board of Health ; après des études longues et des plus variées, complétées par des expériences faites sur une grande échelle, cette Commission a conclu à l'adoption du système de « vidange à l'égout » et à l'épuration des eaux d'égout par le sol, avant de les rejeter à la rivière.

On appelle « vidange à l'égout » l'envoi immédiat, avant toute fermentation, des matières fraîches, noyées dans un cube suffisant d'eau de lavage, dans des galeries souterraines étudiées et disposées de façon à obtenir une circulation continue, sans arrêt ni dépôt.

Ce procédé avait déjà reçu des applications dans quelques villes et on avait pu reconnaître, par une expérience remontant à un grand nombre d'années, non seulement sa parfaite innocuité, mais de nombreux avantages au point de vue hygiénique.

Aussi, à partir de 1850, fut-il adopté successivement par la plupart des grandes villes d'Angleterre, de l'ancien continent et de l'Amérique, où les ravages causés par des épidémies diverses, firent comprendre la nécessité d'améliorer la situation hygiénique, question dont, jusqu'alors, on s'était malheureusement fort peu préoccupé.

Paris, qui compte une population nombreuse et condensée, ne pouvait échapper à cette obligation d'améliorer son hygiène et d'assainir la Seine infectée, particulièrement à l'aval, sur un parcours de plus de trente kilomètres.

Digitized by Google

Après de nombreuses études commencées dès 1866, le service technique de la Ville proposa et le conseil municipal adopta, vers 1880, le système de « vidange à l'égout » complété par l'épuration des eaux impures au moyen de la filtration convenablement réglée sur un terrain perméable et cultivé.

Malheureusement de gros intérêts engagés par des compagnies puissantes, d'une part ; des habitudes invétérées et une complète ignorance de la question, d'autre part, ont entraîné et entraînent encore des lenteurs incroyables dans l'application du système adopté maintenant en principe.

Aujourd'hui, tous les hygiénistes français sont d'avis qu'il y a lieu de supprimer les fosses et d'adopter un mode d'évacuation immédiat ; mais quelques-uns persistent encore à ne pas vouloir l'application du « Tout à l'égout. »

Nous allons examiner les différents moyens proposés.

MESURES PROPOSÉES PAR LA COMMISSION D'ASSAINISSEMENT DE PARIS, INSTITUÉE PAR LE MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DU COMMERCE (SEPT. 1880)

Avant d'entreprendre cette étude, disons tout d'abord ce qu'était cette Commission, dans quelles conditions et pour quel but elle a été formée.

En 1880, dans sa séance du 23 juin, le Conseil municipal de Paris, après une discussion approfondie précédée d'une longue étude, adoptait un programme d'ensemble d'assainissement, ayant pour but la suppression de la fosse d'aisances ; comme moyen, l'écoulement des déjections à l'égout ; comme conclusion, l'épuration des eaux d'égout et leur utilisation agricole. Les projets dressés par les Ingénieurs de la ville avaient été approuvés par le conseil général des ponts et chaussées et par le ministère des travaux publics, dans la compétence desquels ils rentraient.

Pour leur exécution en vue de l'assainissement de la Seine, et pour compléter avec la plaine de Gennevillers la surface du terrain nécessaire à l'épuration des eaux d'égout, la ville de Paris demanda à l'Etat la location ou la cession de 2,000 hectares de terrains incultes, sis à Achères, et dépendant d'une forêt domaniale (de Saint-Germain).

Digitized by Google

M. le Ministre du commerce et de l'agriculture, consulté par son collègue des travaux publics, sur cette question d'aliénation d'immeubles de l'Etat, crut devoir faire étudier l'affaire par une commission qu'il institua sous le titre de Commission d'assainissement de Paris (septembre 1880).

Cette Commission, composée de 11 membres, comprenait des savants de la plus haute et plus légitime réputation : c'étaient MM. Pasteur, Sainte-Claire Deville, Aimé Girard, Wurtz, Gavarret, Brouardel, Dubrisay, Fauvel, Schlœsing et Paul Girard ; mais malheureusement, on n'y voyait figurer aucun des hommes qui, par leurs professions ou par leurs fonctions, sont appelés journellement, soit à la constatation des choses, soit à l'application du règlement, soit à l'exécution des travaux et à leur entretien. Aussi les conclusions de cette Commission ne pouvaient-elles être que théoriques et impraticables, ainsi que nous le démontrerons par la suite.

Après s'être livrée à une étude suivie des modes d'évacuation encore en usage à Paris, elle crut devoir donner un avis défavorable au système de vidange à l'égout et d'épuration des eaux d'égout par le sol, adopté en principe par le Conseil municipal. Elle crut devoir recommander un mode d'évacuation spécial, pour les matières de vidange, au moyen d'un réseau de conduites en fonte, ayant pour but de les amener directement dans les chaudières des usines destinées à leur transformation en sels ammoniacaux.

Or, une ville qui se propose, comme Paris, d'adopter un nouveau mode d'évacuation des vidanges, ne peut espérer arriver à généraliser le système qu'au bout d'une période de temps assez longue, pendant laquelle un grand nombre de fosses fixes subsisteront encore.

Aussi la Commission conclut-elle également à l'adoption de mesures immédiates, en attendant la possibilité de l'application en grand du système qu'elle préconisa.

Nous allons passer en revue ces différentes solutions provisoires et définitives.

MESURES IMMÉDIATES

La Commission fut d'avis qu'on pourrait éviter en partie les inconvénients de la fosse en maçonnerie en la remplaçant par un réservoir métallique, complètement isolé, de 4 à 6 mètres cubes,

Digitized by Google

dont la partie inférieure de forme conique se terminerait par un tuyau qui servirait à l'évacuation des matières.

La vidange en serait effectuée à l'aide de la pression de l'air ou du vide et au moyen d'un tuyau s'ouvrant sur le trottoir. Comme dispositions accessoires, on munirait le réservoir d'un tuyau d'évent métallique de très petit calibre pour l'échappement des gaz ; ce tuyau, prolongé jusqu'au toit, ne permettrait pas aux remous d'air de pénétrer à l'intérieur. D'autre part, une grille empêcherait les matières insolubles, telles que les os, les cheveux, les morceaux de verre, etc., de tomber dans le réservoir métallique.

La Commission reconnaît elle-même que cette solution ne serait guère applicable que dans les maisons de construction récente.

Aussi propose-t-elle, lorsque cette amélioration ne sera pas compatible avec la disposition intérieure des maisons et que par conséquent l'ancienne fosse devra être tolérée, les quelques prescriptions spéciales suivantes :

La première est celle-ci :

Actuellement on ne pratique la désinfection qu'au moment de la vidange. Or les gaz, libres à la partie supérieure de la fosse, s'échappent lorsqu'on lève la pierre et pendant l'opération du brassage, le dégagement continue. Les eaux-vannes, même après l'adjonction du mélange dit désinfectant, conservent leurs propriétés toxiques (expérience Boutmy et Descoust).

La désinfection, telle qu'elle est pratiquée, semble donc illusoire ; aussi la Commission propose-t-elle de mettre la substance désinfectante dans la fosse, non pas au moment de la vidange, mais immédiatement après qu'elle est terminée, et cela dans le but d'agir sur la matière de la vidange suivante. On pourrait alors, suivant elle, en calculant la quantité du réactif d'après le cubage de la fosse, pratiquer une désinfection sérieuse.

Ce procédé aurait, ajoute la Commission, un second avantage : en analysant une partie de la matière extraite pendant la vidange, il serait facile de se rendre compte de la déperdition de la fosse, et on pourrait exiger des réparations en temps opportun.

Une seconde prescription également conseillée par la Commission, consiste dans l'emploi obligatoire des liquides désinfectants pour tous les cabinets.

Revenons maintenant sur ces mesures et prescriptions immé-

Digitized by Google

diates critiquées à juste titre par M. Durand-Claye, ingénieur en chef de l'assainissement de la Seine, auquel nous empruntons les principaux éléments de cette discussion (1).

1° REMPLACEMENT DES FOSSES EN MAÇONNERIE PAR DES FOSSES MÉTALLIQUES

Ces dernières seraient souvent très difficiles à établir ; la transformation serait coûteuse et de longue haleine : chaque fosse avec tous les accessoires reviendrait à un prix très élevé, de 2 à 3,000 fr., ce qui pour Paris constituerait une dépense totale de plus de 200 milions.

Un pareil chiffre se passe de commentaires.

Mais, au moins, pourrait-on dire que l'adoption de ces fosses métalliques supprimerait réellement les inconvénients des fosses fixes en maçonnerie ? N'y aurait-il plus aucune communication avec l'air ?

Pas le moins du monde : elles comportent des tuyaux d'évent ; les opérations de vidange, qu'on trouve déjà trop répétées, le seront encore bien plus ; la fréquence de ces opérations amènera forcément la fréquence des communications avec l'air : de là, nouveaux dangers pour l'épandage infectieux sur la voie publique même, dangers qu'accroîtrait notablement la moindre fissure du tuyau de raccord entre la bouche et la fosse, fissure donnant accès sous les trottoirs à la plus infecte des inondations souterraines. La dépense de vidange sera plus grande, par le fait de l'étanchéité plus complète et par suite de l'émiettement du personnel de travail ou de surveillance, forcé de se répartir tonne par tonne, au lieu de rester concentré, comme il l'est aujourd'hui, sur des fosses beaucoup plus considérables. La durée de ces fosses métalliques sera beaucoup moindre : il faudra souvent les réparer, voire même les remplacer, car on sait combien les fontes, et à *fortiori* les tôles, sont facilement attaquables par les matières en fermentation.

La grille destinée à arrêter les matières solides devra bien être visitée de temps à autre pour cause de nettoyage : nouvelle opération qui sera aussi infectante que l'opération ordinaire de vidange.

(1) Rapport, mai 1881. A. Durand-Claye.

Digitized by Google

Enfin, le principal inconvénient des fosses fixes, c'est-à-dire la vidange à l'air, se retrouvera encore ici, ainsi que le reconnaît M. Brouardel. En effet, la vidange par le vide est toujours incomplète, on pratique des allèges et non des vidanges complètes ; il reste dans le fond des fosses des matières solides qu'il faut enlever à la main.

Les fosses métalliques de la Commission se rempliront ainsi rapidement de matières épaisses sur lesquelles les pompes n'auront pas d'action ; il faudra ouvrir la fosse, faire des rachèvements, charger à l'air libre dans des tonnes ou des tombereaux les parties solides.

Les germes infectieux, dans ces opérations, se répandent sur le sol, dans l'atmosphère, et créent un danger qui n'existe pas dans l'écoulement direct et immédiat à l'égout.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur ce premier point : nous croyons avoir démontré surabondamment que le système des fosses métalliques est excessivement coûteux, peu pratique et n'est, en aucun point, supérieur à celui des fosses en maçonnerie, relativement à la salubrité publique.

2° PRESCRIPTIONS SPÉCIALES PROPOSÉES POUR LES IMMEUBLES QUI DEVRONT CONSERVER LA FOSSE EN MAÇONNERIE

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, la Commission proposa, pour les immeubles qui devront encore conserver la fosse en maçonnerie, deux prescriptions spéciales consistant :

1° A placer dans la fosse le désinfectant à l'avance, au lieu de le verser au moment de la vidange, et

2° A employer des liquides désinfectants pour les cabinets.

On peut mettre en doute l'efficacité de la première prescription ; en effet, la couche de sulfate de fer, placée au fond de la fosse, agira-t-elle encore quand elle sera recouverte d'une certaine hauteur de matière ?

Un autre avantage, suivant la Commission, du désinfectant placé dans la fosse avant son remplissage serait de pouvoir, par l'analyse de la matière au moment de la vidange, se rendre compte s'il y a des fuites et exiger des réparations en temps opportun.

Mais la composition de la matière tout-venant des fosses varie évidemment suivant une foule de circonstances : usage plus on

Digitized by Google

moins abondant de l'eau, matières étrangères jetées dans la fosse, quartiers, saisons, etc., etc. Que conclure alors de l'analyse?

Quant à la mesure consistant dans l'obligation de désinfecter les cabinets directement par la projection d'un liquide désinfectant, son efficacité serait douteuse. En effet, une pareille prescription serait bientôt lettre morte, là surtout où elle présenterait le plus de nécessité, c'est-à-dire dans les cabinets communs, fréquentés par plusieurs ménages ouvriers. Le propriétaire se prêtera peu à cette dépense et à cette manutention. D'autre part, il ne faut pas compter davantage sur la bonne volonté commune et anonyme des locataires.

Le vrai, le seul désinfectant pratique est celui que réclament toutes les commissions des logements insalubres, *l'eau;* c'est aussi celui qu'a voté à l'unanimité le congrès international d'hygiène de Paris (séance du 7 août 1878), dans les termes suivants :

« Le congrès émet le vœu que l'introduction de l'eau dans les logements insalubres, et notamment dans les logements d'ouvriers, prenne place comme prescription légale dans les ordonnances et règlements de police. »

En effet, la réalité est que le mal se rencontre tout d'abord dans les maisons, surtout dans celles à location, et particulièrement dans ces lieux communs où non seulement l'eau est soigneusement écartée, mais où l'on prohibe même la projection des eaux de toilette. D'où cela vient-il? C'est que l'eau coûterait au propriétaire 20 à 30 centimes le mètre cube et que, surtout pour l'enlever, elle coûterait ensuite 6 à 8 francs.

Il est indispensable évidemment de remédier à cet état de choses, car l'assainissement de la maison est le point de départ de l'assainissement de la ville. Or, l'assainissement réel, efficace de la maison ne peut être obtenu qu'avec un large emploi de l'eau, incompatible avec le traitement des matières pour en tirer le sulfate d'ammoniaque et ayant pour conséquence forcée le départ immédiat des vidanges et de toutes les immondices produites dans la vie ordinaire.

Digitized by Google

EXPOSÉ

DE LA SOLUTION POUR L'AVENIR PRÉCONISÉE PAR LA COMMISSION ET DE CELLE PROJETÉE PAR LES INGÉNIEURS DE LA VILLE DE PARIS

Nous avons étudié, discuté et critiqué les mesures principales provisoires, proposées par la Commission ministérielle de 1880, et concernant la question importante des matières de vidange. Nous croyons avoir démontré combien elles étaient coûteuses, peu pratiques et incapables de donner un meilleur résultat que le système actuel des fosses fixes, étanches en maçonnerie.

Maintenant examinons successivement la solution d'avenir préconisée par la Commission, puis celle présentée par les ingénieurs de la ville de Paris, approuvée par le Conseil municipal de cette ville, le Conseil supérieur des ponts et chaussées, le Ministère des travaux publics, et la seule appliquée aujourd'hui dans toutes les capitales et les villes importantes de l'Europe et de l'Amérique.

Mais avant d'aborder cette question, il est utile de rappeler la composition et les quantités de matières de vidange que peut produire une ville, puis les travaux récents et remarquables de M. Pasteur sur le charbon, travaux sur lesquels la Commission s'est basée pour rejeter la vidange à l'égout et préconiser un système d'évacuation par un réseau de conduites en fonte.

Ayant déjà traité la première de ces deux questions, nous allons immédiatement aborder la seconde.

TRAVAUX DE M. PASTEUR SUR LE CHARBON

Jusqu'à ces dernières années, on admettait que tous les germes, sans distinction, étaient détruits par la putréfaction et la végétation. Les travaux récents de MM. Pasteur et Koch ont démontré, au moins pour le charbon, que, lorsqu'un germe produit par un ferment n'est pas doué d'une vie propre et qu'il est capable, après un long intervalle d'inaction, de déterminer dans un milieu approprié le développement de générations nouvelles du ferment, ce germe n'est pas atteint par la putréfaction.

Ainsi, par exemple, le sang d'un animal charbonneux renferme des bâtonnets aussi nombreux que les globules du sang eux-mêmes ;

Digitized by Google

ils se développent par scissiparité. Si, après la mort, le cadavre est soustrait au contact de l'air, les bâtonnets qui sont aérobies se détruisent et, par suite, le germe infectieux est anéanti. Mais si l'oxygène peut intervenir par une cause quelconque, les bâtonnets se divisent en corpuscules brillants (spores) qui constituent des germes, résistent à la putréfaction, et sont susceptibles, à de longs intervalles, d'inoculer le charbon.

Voici quelques extraits d'une communication faite par M. Pasteur, en janvier 1881, à l'Académie des sciences, au nom d'une Commission nommée par la Société centrale de médecine-vétérinaire de Paris, et composée, outre M. Pasteur, de MM. Bouley, Camille Leblanc, Trasbot et Cagny :

« A quelques kilomètres de Senlis, se trouve la ferme de Rozières qui, chaque année, fait des pertes cruelles par la fièvre charbonneuse. Dans le jardin de la ferme, jardin clos de murs, se trouvent deux emplacements en quelque sorte préparés pour les études que la Commission voulait entreprendre. L'un de ces emplacements sert aux enfouissements depuis 3 ans ; l'autre a servi, il y a 12 ans et dans les années précédentes, au même office, mais n'est plus utilisé depuis cette époque. M. Leblanc me remit, au mois de septembre dernier, deux petites boîtes renfermant chacune environ 5 grammes de terre prélevée par lui-même à la surface de chacune de ces fosses. Après un lessivage et un traitement convenables de ces terres, nous avons inoculé leurs parties les plus ténues à des cochons d'Inde, qui sont morts rapidement et entièrement charbonneux.

.... « Le 8 octobre, sur la fosse d'il y a 12 ans, on a installé sept moutons *neufs*, c'est-à-dire qui n'avaient jamais eu le charbon. On les y a laissés quelques heures pendant l'après-midi, puis on les a rentrés à la bergerie, tout à côté du restant du troupeau.

« Tous les jours, quand il faisait beau, on conduisait les 7 moutons sur cette fosse et, après quelques heures, on les ramenait à la bergerie. Il n'y avait pas d'herbe à la surface de la fosse et l'on ne donnait à manger aux moutons que dans la bergerie même.

« Des 7 moutons, un meurt le 24 octobre, un deuxième le 8 novembre, tous deux charbonnés ; au 24 novembre 1880, fin de l'expérience, les autres se portaient bien. Quant aux moutons témoins, c'est-à-dire tous ceux restant du troupeau, aucun n'était mort dans

Digitized by Google

le même intervalle de temps.... Les moutons morts n'ayant pas pris de repas sur la terre de la fosse, il résulte que le germe de la maladie n'a pu pénétrer dans leur corps que par suite de l'habitude bien connue qu'ont ces animaux de flairer sans cesse la terre sur laquelle ils sont parqués.

« Il n'est pas inutile d'ajouter que les emplacements meurtriers dont je viens de parler servent à la culture potagère de la ferme. Nous avons demandé au fermier si le charbon ne s'était jamais déclaré sur les habitants de cette ferme. Le fermier nous répondit : — Cela n'a pas été constaté. Moi seul, et vous en voyez la cicatrice, nous dit-il en montrant son visage, moi seul ai eu une pustule maligne qui a guéri.

« Il est à présumer que si les légumes consommés dans la ferme n'étaient pas cuits, les choses se seraient passées différemment, et que la ferme aurait peut-être compté des victimes de la terrible maladie.

. . . . . .

« Les habitants de la ferme de Rozières foulent aux pieds des germes charbonneux, et ces germes n'ont atteint personne. Mais changez à peine, comme nous venons de le faire, les conditions de la vie des animaux dans la ferme, et vous entraînez la mort rapide de certains d'entre eux, dont les chairs, par tel ou tel mode de transport de parasite charbonneux, piqûres directes ou piqûres indirectes par des mouches, iront porter le mal chez de nouveaux animaux et chez l'homme : témoin l'exemple cité du fermier lui-même. »

Voici, d'autre part, ce que M. Bouley a exposé dans un résumé des mêmes travaux, à la séance du 21 février 1881 des Agriculteurs de France.

« La bactéridie, ce microbe dont le charbon procède à coup sûr, n'a pas en elle une grande ténacité de vie. La substance molle dont elle est constituée est détruite facilement par l'action des agents extérieurs ou dans les mouvements de la fermentation putride. Et cependant l'observation des faits de la pratique ne laisse pas de doute sur la ténacité des virus du charbon.

« M. Bouley expose alors que M. Koch, de Breslau, reconnut que le mode de reproduction par fragmentation et par génération de spores sous forme de corpuscules brillants, était propre aussi aux

Digitized by Google

bactéridies charbonneuses. » Ce sont ces spores, dont M. Pasteur démontra la vitalité, qui se développent dans l'urine, résistent à une température de 90° à 95°, à la putréfaction, à la pression, etc.

« Mais, ajoute M. Bouley, ces spores des bactéridies charbonneuses n'ont pas de facultés locomotrices. Comment donc se fait-il qu'elles puissent émerger des fosses profondes de deux mètres où les cadavres des animaux charbonneux ont été enfouis? C'était là un autre problème que posait la pratique. M. Pasteur l'a résolu de la manière la plus inattendue. Si les spores sont immobiles, les vers de terre leur servent de moyens de transport. Dégluties avec les parcelles terreuses où les vers trouvent les éléments de leur nourriture, les spores reviennent à la surface et, rejetées de leur corps avec les matières terreuses qu'ils expulsent, elles se retrouvent à la portée des moutons qui viennent paître sur les fosses d'enfouissement, et chez ceux de ces animaux qui ont pu se les inoculer par les voies digestives, elles reconstituent des colonies bactéridiennes qui y pullulent à l'infini et traduisent leur présence par la manifestation de la maladie charbonneuse (1). »

S'appuyant sur ces travaux, dont personne évidemment ne peut nier l'importance, la Commission déclara ne pouvoir admettre que des matières fécales, provenant d'individus sains ou d'individus atteints de maladie infectieuse (fièvre typhoïde, choléra), puissent pénétrer, circuler ou stagner dans les égouts de Paris sans danger pour la santé publique et ne pouvoir approuver qu'un système de vidange par canalisation étanche, qui aurait pour effet de supprimer toute communication entre les matières excrémentielles, d'une part, et les terrains environnants, d'autre part.

Voici, d'ailleurs, la description textuelle qu'elle fait du système qu'elle préconisa (page 100 et suivantes) :

SYSTÈME DE VIDANGE PRÉCONISÉ PAR LA COMMISSION

« La Commission ne pourrait approuver qu'un système d'évacuation par canalisation présentant la réunion des conditions sui-

(1) Depuis il a été reconnu que lorsqu'un animal atteint du charbon était enfoui avec la peau et sans blessure laissant couler le sang, les bactéridies du charbon se trouvant soustraits à l'action de l'air, sont rapidement et entièrement détruits.

Digitized by Google

vantes : Les déjections seraient reçues à la sortie des cabinets dans des tuyaux absolument étanches, à parois métalliques, sans aucune communication avec l'air ou la terre. Ces conduits reliés ensemble emporteraient loin de la ville les matières de vidanges, en un lieu où se trouveraient réunies les usines installées pour faire subir à ces matières les transformations nécessaires. M. Aimé Girard a précisé ces conditions.

« Par un système plus ou moins analogue à celui des tinettes filtrantes actuellement en usage, on empêcherait d'entrer dans ces conduits les matières étrangères à la vidange elle-même, telles que les os, les morceaux de verre, etc. La circulation pourrait être assurée dans ces tubes par des pompes aspirantes et foulantes, par le vide ou par tout autre procédé. »

Comme on peut le voir, il n'y a là que l'exposition d'un principe plutôt que celui d'un système dont on pourrait entrevoir la possibilité d'une application en pratique.

Aussi, interrogé à ce sujet, M. Brouardel a-t-il ajouté quelques détails :

Dans chaque maison se trouverait un réservoir métallique d'une capacité à peu près égale au cube des matières produites chaque jour par les habitants, et correspondant à chaque tuyau de chute. Un robinet serait placé entre ce réservoir et la conduite de la rue. Chaque jour, des ouvriers viendraient tourner les robinets et laisseraient écouler les matières dans le réseau général. Des usines réparties aux points convenables aspireraient les liquides et solides pour les refouler directement dans les chaudières d'usines situées au pourtour de la ville. C'est dans ces chaudières qu'elles seraient traitées à chaud (à plus de 100 degrés, température nécessaire, suivant M. Pasteur, pour assurer la destruction des germes) et à l'acide sulfurique, pour transformer l'azote en sulfate d'ammoniaque. Toutes ces opérations, d'ailleurs, devraient se faire en évitant le contact de l'air et en appliquant certaines prescriptions indiquées par M. André Girard.

Ce système maintient donc les usines où l'on traite les matières, une fosse réduite dans chaque maison et exige la création d'un réseau considérable avec un personnel important pour les manœuvres.

Nous allons maintenant exposer le système de vidange à l'égout

Digitized by Google

et nous établirons ensuite la comparaison entre ces deux systèmes.

SYSTÈME DE VIDANGE PROPOSÉ PAR LES INGÉNIEURS DE LA VILLE DE PARIS, OU SYSTÈME DE VIDANGE A L'ÉGOUT

Ce système, adopté par l'administration de Paris à l'exemple des autres capitales ou grandes villes d'Europe et d'Amérique, repose sur deux principes essentiels :

1° Evacuation immédiate, sans aucun arrêt, avec l'eau comme véhicule, de toutes les matières de vidange par la voie des égouts publics, recevant en outre les eaux pluviales, domestiques et celles de la voie publique,

2° Suppression absolue des dépôts et usines de la banlieue,

Et comme complément à ces deux principes auxquels correspond l'assainissement intérieur, ce troisième :

3° Epuration des eaux d'égout par filtration sur le sol avant leur rejet dans la rivière, auquel correspond l'assainissement extérieur.

Voici quelques détails sur les applications de ce système à Paris, d'après le projet des ingénieurs du service municipal de cette ville.

Les matières descendent des water-closets, à l'aide de tuyaux en fonte mince ou en grès.

Après avoir traversé un siphon formant fermeture hydraulique, elles se rendent, par une conduite prolongée jusqu'à la cunette, dans le torrent des égouts où elles sont noyées dans un cube d'eau considérable, plus de cent fois leur volume théorique. Dans ces égouts, elles circulent sans aucune stagnation jusqu'aux machines élévatoires qui les élèvent et les refoulent avec les eaux d'égout jusqu'aux champs épurateurs de la plaine de Genevilliers ou jusqu'au sol stérile d'une partie de la forêt de Saint-Germain.

Une simple taxe de 60 fr. par tuyau de chute remplacerait tous les frais actuels, quel que fût le nombre des habitants, quel que fût le volume d'eau qui serait consommé dans la maison, versé aux water-closets ou à l'évier.

En résumé, suppression absolue des fosses fixes ou mobiles, suppression des tuyaux d'évent, suppression de la vidange, suppression des usines à sulfate d'ammoniaque, usage abondant de l'eau, circulation continue, épuration par le sol, tels sont les points saillants du système de vidange à l'égout.

Digitized by Google

Maintenant que nous venons d'exposer sommairement les deux systèmes, nous allons les comparer au point de vue de la dépense et plus particulièrement au point de vue hygiénique.

EXAMEN COMPARATIF DU SYSTÈME DE LA COMMISSION DE 1880 ET DE CELUI DE VIDANGE A L'ÉGOUT

SYSTÈME DE LA COMMISSION

La mise en pratique du système de la Commission de 1880 exigerait des dépenses considérables. En effet, il faudrait, en dehors des usines élévatoires et des usines susceptibles de traiter les matières sans odeur et sans contact avec l'air (chose à peu près irréalisable), une canalisation d'un développement total au moins aussi grand que celui des égouts ou des rues et qui, avec tous les appareils accessoires, coûterait presque aussi cher que le réseau d'égout.

D'autre part, l'impossibilité évidente de mettre en communication directe et constante chaque tuyau de chute avec la canalisation exigerait l'établissement, au pied de chacun de ces tuyaux, d'une petite fosse métallique capable de contenir, par exemple, la production journalière de la maison.

Chaque jour le contenu de la fosse devrait passer dans la canalisation et, pour cela, il faudrait que chaque jour un ouvrier vînt ouvrir puis fermer le robinet placé entre la fosse et la canalisation; d'où des dépenses journalières importantes, qui viennent s'ajouter à celles d'entretien et à celles de premier établissement.

Peut-on dire, au moins, que ce système si coûteux échappe à toute critique au point de vue hygiénique, qui préoccupait spécialement la Commission ?

Evidemment non.

En effet, dans ce système, on diminue la fosse, mais on la conserve et, avec elle, ses inconvénients.

Que fera-t-on le jour où, par une raison ou par une autre, le cube prévu sera dépassé ?

Pour éviter le débordement à l'intéreur de la maison, ne sera-t-on pas amené à ménager l'eau dont l'usage libéral est cependant si indispensable à la bonne hygiène des cabinets ?

Digitized by Google

L'usage et la manœuvre des robinets de communication avec la canalisation présenteront les plus graves difficultés, ces appareils pouvant s'obstruer par la présence de corps solides ; pour éviter ces derniers, il faudra faire usage de grilles. comme le reconnaît d'ailleurs M. Brouardel.

Mais, dans le cas de nettoyage de cette grille, d'arrêt du robinet, de rupture de la conduite, de remplissage et de débordement de la fosse, quelle sera la situation créée aux habitants de la maison, surtout si ces accidents arrivent en pleine épidémie ou seulement pendant les chaleurs ?

Ce système si imparfait dans la maison, présentant plus de chances d'accidents et de dangers que tout autre, est également mauvais en ce qui concerne la voie publique et la banlieue.

En effet, sous la voie publique, il n'assure pas l'isolement et l'évacuation des matières excrémentielles avec leurs germes. D'après l'expérience acquise, il est certain que la canalisation s'envasera rapidement. Il faudra donc procéder à des ringardages intérieurs, et, pour ce motif ou pour celui de rupture, mettre en contact avec l'air des égouts des matières en pleine fermentation et non diluées dans un grand volume d'eau.

Dans la banlieue les usines qui traiteraient ces matières, quelles que soient les précautions prises, seraient toujours des foyers d'infection ; il en serait de même des usines élévatoires situées au milieu même de la ville.

Ainsi, en résumé, d'une manière générale, et contrairement au principe mis en avant par la Commission, il est impossible de supposer que, dans la pratique de ce système, aucune communication n'ait lieu entre la canalisation, les appareils divers, d'une part, le sol et l'atmosphère, d'autre part.

La solution préconisée pour l'avenir, par la Commission d'assainissement de Paris de 1880, est donc inférieure, même à celle actuelle des fosses fixes, tant au point de vue hygiénique qu'au point de vue du prix de revient.

SYSTÈME DE VIDANGE A L'ÉGOUT

Voyons maintenant l'autre système, celui de vidange à l'égout, qui, à Paris, peut dès maintenant recevoir une large application. Ce sys-

Digitized by Google

tème, comme nous l'avons déjà dit, est caractérisé par les points suivants :

1° Evacuation immédiate, à l'aide de l'eau, de toutes les matières hors de la maison,

2° Entraînement rapide et continu, sans aucune stagnation, dans la masse des eaux d'égouts,

3° Filtration et épuration par le sol,

Et, *comme conséquences :*

1° Suppression des fosses,
2° Suppression des tuyaux d'évent,
3° Suppression de la vidange,
4° Suppression des usines de matières fécales dans la banlieue.

OBJECTIONS PRÉSENTÉES ET DISCUSSION

En ce qui concerne l'intérieur de l'habitation, point d'objection possible, — aucun système n'assurant avec aussi peu de frais la propreté et l'évacuation immédiate, sans odeur, de toutes les immondices provenant de la vie journalière, base essentielle de l'assainissement.

Les objections s'appliquent toutes à l'égout et à ses eaux ; nous allons les examiner successivement.

1° IMPERMÉABILITÉ DES ÉGOUTS

On a dit : les égouts ne sont point imperméables, ils laisseront infiltrer dans le sous-sol les eaux chargées de vidange.

Lorsqu'un égout est bien établi, aucun fait de ce genre n'est à craindre; il existe, tant à Paris qu'à Londres et dans beaucoup d'autres villes, des égouts situés contre des maisons d'habitation et à moins de $0^{m}60$; s'ils laissaient passer l'eau, les caves de ces maisons s'en sentiraient bientôt. Or, rien de semblable n'arrive : l'eau trouvant à l'intérieur de l'égout un chemin facile, le suivra naturellement, plutôt que de traverser une maçonnerie, ce qu'elle ne pourrait faire que sous pression; chose qui n'arrive pas, les égouts n'étant jamais en charge. Encore dans ce dernier cas, M. Durand-Claye cite la conduite, en béton de ciment, de distribu-

Digitized by Google

tion d'eau d'égout dans la plaine de Genevilliers, laquelle supporte une charge de 10 mètres sans perdre d'eau sur son parcours.

« Il se passe même un fait singulier, que Wibel a constaté à Hambourg. Dans les premiers temps, les canaux nouvellement construits, bien que les ingénieurs eussent prétendu les faire étanches, n'étaient pas assez imperméables, selon Varentrapp, pour échapper tout à fait à la loi physique de la diffusion.

« A Hambourg, l'eau du sol filtre réellement du dehors en dedans, dans l'égout. Mais le contraire ne se produit pas ; autour de canaux qui servent depuis 30 ans, on n'a pu, ni à la vue, ni par l'analyse chimique exacte, déceler la moindre trace de souillure du sol.

« Un phénomène physique, reconnu également par Wibel, donne l'explication de ce paradoxe : quand deux liquides sont séparés par une membrane, si l'un des deux est en mouvement, la diffusion de sa part est entravée et même annulée.

« Les canaux construits qui, au début, ne sont pas absolument étanches, le deviennent à la suite des années, ainsi qu'il résulte des recherches de Wolffhügel sur les égouts de Munich (1). »

2° PENTE A DONNER AUX ÉGOUTS

Ce serait une erreur de croire qu'une grande pente est indispensable dans ce système ; voici, d'ailleurs, comment s'exprime à ce sujet M. de Freycinet, à qui revient le mérite, dit M. Brouardel, d'avoir si clairement exposé les principes de l'assainissement des villes.

« Quand il s'est agi de réaliser le grand drainage de Londres, on a reconnu par des expériences multiples :

« 1° Que la putréfaction des matières d'égout en stagnation dans les galeries ne commence à se manifester, même dans les conditions les plus défavorables, que dans le cours de la deuxième journée. Si ces matières sont en mouvement, le moment de leur putréfaction est toujours retardé ; »

« 2° Que sous une pente de 0m0002 ou de 0m20 par kilomètre, les liquides d'égout prennent une vitesse de 0m60 à la seconde, et qu'à cette vitesse les matières en suspension, celles, bien entendu, qui entrent dans la composition normale des eaux d'égout, ne for-

(1) J. Arnould, Eléments d'hygiène. J.-B. Baillière et Fils, Paris, 1881.

Digitized by Google

ment pas de dépôt dans les galeries. Au-dessous de cette vitesse, les dépôts commencent à se former (1).

« Il suit de là que la pente de 2 dix-millièmes, toutes les fois que les circonstances topographiques permettent de l'adopter, résout la question de salubrité. En effet, à la vitesse de 60 centimètres à la seconde, qui lui correspond, ou de 2,400 mètres à l'heure, les liquides d'égout parcourent dans une journée 57 kilomètres, soit un espace supérieur à l'étendue d'aucun réseau d'égout mesuré entre ses points extrêmes. On ne doit pas, d'ailleurs, descendre au-dessous de cette pente, à moins que le curage ne soit assuré artificiellement et de telle façon que les matières déposées sous cette insuffisante vitesse n'aient nulle part le temps d'entrer en putréfaction. »

A Bruxelles, ville saine par excellence, les égouts, à gauche de la Senne, ne peuvent avoir qu'une faible pente, 0m0003 en moyenne et cependant, lors de notre visite, nous n'avons perçu aucune odeur dans les collecteurs et une à peine sensible dans les petits égouts ; là, comme à Paris, à Londres et partout ailleurs, les égouts sont entièrement revêtus à l'intérieur d'un enduit en ciment.

M. Van Mierlo, l'habile ingénieur qui a dirigé ces beaux travaux à Bruxelles, a appelé notre attention sur l'importance d'avoir à l'intérieur des égouts une surface lisse, sans angle rentrant, et, particulièrement dans les petits égouts, une cunette avec un radier fortement cintré de façon à amener les dépôts, s'ils tendent à se former, au milieu là où le courant, même en basses eaux, aura encore une certaine force.

En résumé, il n'est point de villes où les égouts, construits suivant un plan d'ensemble bien étudié, ne permettent l'application de ce système, en évitant tout dépôt stagnant, soit à l'aide de pentes suffisantes, soit à l'aide de chasses d'eau.

3° DANGERS PRÉSENTÉS PAR L'ADDITION DES MATIÈRES DE VIDANGE

Une troisième objection est la suivante : l'addition des matières de vidange changera profondément la nature des eaux d'égout, augmentera leur odeur et leurs émanations.

Or, comme l'a fort bien établi M. Durand-Claye, les matières de

(1) Il n'est question ici que des égouts qui, à l'exemple de ceux de Londres ne reçoivent ni gravier, ni boue.

Digitized by Google

vidanges que l'on se propose, dans ce système, de jeter à l'égout, ne représentent que le quart des immondices produites dans une ville. Les autres immondices se répartissent ainsi qu'il suit : un deuxième quart se trouve dans celles qui, à l'état solide, sont emmenées par voitures hors la ville, et les deux derniers dans les eaux d'égout. D'après cela, il résulte *a priori* que l'adjonction des matières de vidange à ces eaux devrait augmenter de moitié la proportion d'azote qu'elles contiennent, et cependant il n'en est rien : l'augmentation est beaucoup moins grande. Ainsi qu'il résulte des nombreuses analyses faites par le savant docteur Frankland en Angleterre, la proportion d'azote organique n'augmente que de un sixième, au plus. Ce fait, anormal en apparence, trouve facilement son explication. En effet, dans les villes où l'on applique le système de vidange à l'égout, on envoie tout dans celui-ci ; plus de puisards à eaux pluviales ou ménagères, donc plus d'eau perdue dans le sol ; toutes celles en usage, particulières ou de distribution et celles de pluies se rendent directement et en totalité à l'égout et servent à diluer davantage les immondices qui y sont déversées.

L'adjonction des matières de vidange aux eaux d'égout ne modifie donc pas la composition de ces dernières autant qu'on pourrait le croire au premier abord. D'autre part, elle n'a rien de redoutable ; c'est l'opinion des hygiénistes les plus distingués d'Angleterre, d'Allemagne, d'Amérique et, en un mot, de tous les pays où ce système est appliqué et expérimenté depuis un assez grand nombre d'années.

M. de Freycinet est tout à fait net sur ce sujet :

« Les liquides d'égout, même chargés de matières fécales, n'ont pas, dit-il, par eux-mêmes d'odeurs désagréables, quand ils sont, *bien entendu*, étendus de la quantité d'eau que nous avons indiquée comme le contingent obligé des villes modernes, soit au minimum *100 litres par habitant et par jour*... Les matières d'égout fraîches, on ne saurait trop le répéter, parce que le préjugé contraire est encore répandu sur le continent, n'ont pas par elles-mêmes d'odeur susceptible d'incommoder les ouvriers et les habitants.

Il ne faut pas oublier que, dans le système du « tout à l'égout, » il n'est et ne peut être question que de *matières fraîches*, sorties immédiatement des maisons, sans arrêt, sans fermentation, et que ces matières n'ont aucun rapport avec les vidanges infectes extrai-

Digitized by Google

tes, au bout de plusieurs mois, des fosses d'aisances fixes en usage.

Aujourd'hui l'expérience a prononcé, et il est parfaitement établi qu'avec une distribution d'eau suffisante, de façon à assurer une circulation continue, sans arrêt, et le départ de toutes les matières fermentescibles dans les vingt-quatre heures, il n'y a plus d'odeurs ni aucun danger.

Il peut arriver que certaines bouches d'égout soient parfois infectées parce qu'un marchand de volailles ou un tripier voisin y a jeté des matières corrompues, ou qu'un vidangeur peu consciencieux, profitant de la nuit, y a versé le contenu d'une tonne de vidange; mais ce sont là des contraventions aux règlements de petite et grande voirie, que la surveillance des agents peut éviter et qui n'auraient presque plus l'occasion de se produire avec l'application du « tout à l'égout. »

4° DU DANGER DE PROPAGATION DES MALADIES CONTAGIEUSES PAR LES EAUX D'ÉGOUT

La principale objection au système de « vidange à l'égout » faite par la Commission de 1880, est la possibilité de la propagation des maladies contagieuses par les eaux d'égout; à l'appui M. Brouardel cite un certain nombre de *faits particuliers*, empruntés pour la plupart au travail du savant anglais Murchisson sur « la fièvre typhoïde. »

Sans entrer ici dans une discussion sur un terrain qui n'est évidemment pas le nôtre, nous allons présenter, en regard de cette objection formulée par M. Brouardel:

1° Les opinions de quelques hygiénistes, français et étrangers, et en particulier celle de M. Murchisson à qui M. Brouardel emprunte les faits qu'il présente à l'appui de sa manière de voir;

2° Quelques statistiques sur l'état sanitaire des principales villes où l'on applique le système de vidange à l'égout.

1° OPINIONS DES HYGIÉNISTES FRANÇAIS ET ÉTRANGERS ET DONNÉES SCIENTIFIQUES

Murchisson s'exprime ainsi (Discours de M. Bouley à l'académie de médecine 1877 et traduction de M. Gueneau de Mussy):

« Si les égouts, dans leurs rapports avec la fièvre typhoïde,

Digitized by Google

devaient être regardés simplement comme les véhicules de la transmission par les déjections typhoïdiques, dans toutes les épidémies on devrait s'attendre à ce que la fièvre sévît particulièrement dans les maisons qui communiqueraient le plus librement avec les égouts publics. *Cependant, c'est le contraire qu'on observe souvent.* Prenons, par exemple, le rapport officiel adressé au Conseil privé sur l'épidémie de la fièvre à Forest-Hill, en 1869. La prédominance de la fièvre typhoïde a été en rapport très évident, dit ce document, avec des dispositions défectueuses d'égout. *Là, où les maisons étaient reliées avec des égouts publics, le nombre des cas de fièvre typhoïde n'a pas dépassé le minimum.* Là, au contraire, où les maisons n'avaient que des fosses d'aisances ou étaient reliées à des égouts qui ne faisaient partie d'aucun système convenable de drainage, ou qui étaient d'une construction et d'une forme radicalement défectueuses, en un mot, qui n'étaient que des fosses d'aisances en cul-de-sac, alors la fièvre typhoïde a atteint son maximum. »

Quant à M. H. Gueneau de Mussy, il dit dans la préface de sa traduction de Murchisson :

« La fosse d'aisances a le grand inconvénient de devoir être vidée, inconvénient d'autant plus grand que le remuement *des matières accumulées depuis longtemps* est particulièrement favorable à l'explosion de la fièvre typhoïde. *Les égouts constituent le système le plus voisin de la perfection*, mais à une condition, c'est qu'ils soient eux-mêmes parfaits dans leur construction et dans leur fonctionnement. »

Et, dans son rapport lu à la séance du 21 novembre 1880 de la Société de médecine publique : « *Avec de l'eau en quantité suffisante la vidange complète à l'égout a de grands avantages sur toutes les autres.* »

Citons encore W. Ford, président du bureau de santé de Philadelphie :

« Là, où les circonstances sont favorables, le transport dans l'eau par lequel un net, prompt et rapide départ des matières est assuré, est sans méprise le mieux adapté aux grandes villes. »

Les ingénieurs hygiénistes anglais Griffith, Douglas-Galton, Baldwin-Latham, Robert Rawlinson et bien d'autres faisant partie du « Local Government Board » sont d'accord pour recommander l'écoulement direct aux égouts de toutes les matières de vidange, des eaux ménagères et des eaux pluviales.

Digitized by Google

A une visite, à Londres, des égouts de cette ville par les membres de la Commission technique d'assainissement de Paris, en avril 1883, M. Fleeming Jenkin, le célèbre hygiéniste anglais, consulté sur la grave question de l'assainissement des villes, déclare que, pour pour lui et pour tous les hygiénistes anglais, l'eau abondante dans les maisons est le seul moyen d'y entretenir la propreté, c'est-à-dire la santé, et qu'avec l'eau abondante on arrive infailliblement à la projection des matières à l'égout.

Le docteur Jaussens, directeur du bureau d'hygiène de Bruxelles, déclare à la même Commission, qui s'était transportée dans la capitale de la Belgique en février 1883, que l'application à une ville du système du « tout à l'égout » contribue largement à y diminuer le chiffre de la mortalité.

Ce qu'il y a de mieux pour l'hygiène d'une ville, a ajouté M. Van Mierlo, directeur des travaux d'assainissement à Bruxelles, c'est l'écoulement immédiat à l'égout de toutes les eaux et matières fécales, avec un aménagement des égouts tel que les dépôts ne s'y forment pas.

Mêmes avis, mêmes conclusions des savants Liévin à Dantzig, Varrentrapp à Francfort, Virchow à Berlin.

D'ailleurs, s'il est incontestable que les eaux d'égouts transportent les microbes et les organismes vivants de nature nuisible que les tuyaux de chute leur amènent, jusqu'ici aucun fait ne permet de penser que ces nécrophites se répandent dans l'air des égouts.

Il résulte, au contraire, des travaux très intéressants de M. Marié-Davy, le savant directeur de l'observatoire municipal de Montsouris, qu'ils restent dans l'eau qui leur sert de véhicule.

Les analyses sur l'air ambiant, au moment des pluies, constatent que le nombre des microbes est peu considérable, tandis qu'il devient énorme dans l'air sec.

M. Miquel a constaté que l'air des égouts convenablement ventilés et alimentés d'eau renfermait souvent dix fois moins de microbes que l'air de la rue, et plusieurs centaines de fois moins que l'air des hôpitaux les mieux tenus.

On sait qu'il suffit d'un lavage à grande eau pour débarrasser complètement les chambres des hôpitaux qui en contiennent un si grand nombre.

Indépendamment de ces données théoriques, l'expérience démon-

Digitized by Google

tre que les égoutiers, qui devraient être les premiers atteints, si les miasmes se répandaient dans l'air et pénétraient dans les voies respiratoires, sont à peu près complètement indemnes des maladies épidémiques.

On peut objecter que cela tient à ce que ces ouvriers sont acclimatés, pour ainsi dire, à cet air infect qu'ils respirent.

L'objection ne sera pas exacte. Dans les grandes villes, le personnel des égoutiers est composé, en majorité, d'ouvriers nomades, qui ne sont nullement acclimatés à l'air des égouts.

STATISTIQUES

Si maintenant nous examinons les statistiques sur les états sanitaires des villes où l'on a appliqué le « tout à l'égout, » nous y voyons une confirmation éclatante de la supériorité de ce système d'assainissement.

Londres. — A Londres, depuis l'exécution des grands travaux d'égout, la mortalité due à la fièvre typhoïde diminue notablement et est devenue en moyenne, pour les années 1870-1880, de 26 pour 100,000. Avec cette baisse, continue depuis 1869, coïncide une mortalité générale suivant le même mouvement et qui se chiffre, pendant la même période d'années, par une moyenne de 23 pour 1,000, inférieure de plus d'un tiers à ce qu'elle était avant les travaux.

Paris. — Si nous mettons en regard la situation sanitaire, pendant la même période de temps, de Paris où l'on fait encore usage de fosses fixes, nous voyons que la mortalité totale est, en moyenne, supérieure à 25 pour 1,000 et que la mortalité due spécialement à la fièvre typhoïde s'élève, par 100,000 habitants, à une moyenne de 56 ; c'est plus du double de ce qui existe à Londres, ville plus populeuse et dotée d'eau moins bonne,

Ces dernières années, la mortalité typhoïde est allée toujours croissant et a atteint le chiffre énorme de

97,3	pour	100,000	en 1880,
95,8	—	—	— 1881,
150	—	—	— 1882.

Ainsi, en dix ans, la mortalité typhoïde a triplé à Paris, malgré l'usage général des fosses fixes qui, d'après l'enseignement officiel de la Faculté de Paris, auraient eu cependant l'avantage de détruire

Digitized by Google

les germes des maladies épidémiques, en constituant ainsi un moyen efficace d'assainissement ! (Brouardel, Annales d'hygiène 1882).

Bruxelles. — En ce qui concerne Bruxelles, l'éminent docteur Jaussens, directeur du service sanitaire de cette ville, n'hésite pas à déclarer que les grands travaux d'assainissement opérés, il y a quelques années, dans la capitale de la Belgique, ont largement contribué à en améliorer l'état sanitaire. La mortalité par fièvre typhoïde est descendue à moins de 30 pour 100,000 et la mortalité totale à moins de 22 pour 1,000, alors qu'avant les travaux, la mortalité par fièvre typhoïde dépassait en moyenne 55 pour 100,000 et la mortalité totale 27 pour 1000.

Dans une lettre adressée à M. Durand-Claye et jointe au rapport de la Commission technique de l'assainissement de Paris, relatif à Bruxelles et à Amsterdam (mars 1883), M. Jaussens fait remarquer qu'à Bruxelles, contrairement à ce que M. le docteur Brouardel a observé pour Paris, toutes les maladies zimotiques ont subi depuis une dixaine d'années une diminution sensible, et que quelques-unes d'entre elles sont mêmes descendues à un minimum extraordinaire.

Francfort-sur-Mein. — Le docteur Varentrapp a établi, au sujet de l'état sanitaire de cette ville, une statistique remontant à 1851 ; de cette statistique, il ressort qu'au fur et à mesure que le nombre des water-closets, avec écoulement des matières à l'égout, est allé en augmentant, le nombre des décès par fièvre typhoïde est allé en diminuant : de plus de 80 pour 100,000 habitants, il est descendu à moins de 20.

Hambourg. — A Hambourg même progression.

La mortalité générale par 1,000 habitants a été

de 1845 à 1853 39
de 1854 à 1861 29
de 1861 à 1866 . . . . . 25,7.

Quant à la mortalité par fièvre typhoïde, elle a été de 1871 à 1874

de 26,8 sur 100,000 habitants dans les quartiers où les fosses ont été supprimées,

de 32,00 dans les quartiers où la transformation est partielle, et, enfin,

de 46,00 dans ceux où l'on a conservé des fosses fixes.

Dantzig. — Ici encore les conditions de salubrité ont été grandement améliorées puisque la mortalité est tombée de 38 à 28 pour

Digitized by Google

1,000 habitants. Cette amélioration comprend deux périodes : on a d'abord doté la ville d'eau pure en quantité convenable, et la mortalité tombe de 38 à 36 ; puis on est arrivé à jeter toutes les vidanges à l'égout, et la mortalité est descendue de 36 à 25.

Berlin. — Autrefois, la mortalité générale atteignait dans cette ville un chiffre élevé, elle est descendue depuis à 29 pour 1,000 et la mortalité par fièvre typhoïde à 36 pour 100,000, chiffre bien inférieur à celui de Paris, lequel dépasse 100 pour 100,000 de 1880 à 1884.

Enfin, d'après les travaux de Parkes, Buchanan et Simon, les nombreuses villes d'Angleterre qui, à l'exemple de Londres, ont appliqué la vidange à l'égout ont vu la mortalité par la fièvre typhoïde diminuée de plus de 45 pour cent; les épidémies de choléra y deviennent également moins meurtrières et pour ainsi dire inoffensives, d'après Buchanan.

DES AUTRES SYSTÈMES D'ÉVACUATION DES MATIÈRES DE VIDANGE

En dehors du système de « vidange à l'égout, » un grand nombre de procédés d'évacuation des matières de vidange ont été imaginés en vue de faire disparaître la fosse fixe et avec elle une partie de ses inconvénients. Tous sont compliqués, coûteux, impraticables, au moins lorsqu'il s'agit d'une application en grand et nullement satisfaisants au point de vue qui nous occupe le plus, c'est-à-dire au point de vue hygiénique.

En général, dans tous ces systèmes, on conserve l'égout comme mode d'évacuation des eaux pluviales et ménagères.

Nous allons exposer sommairement les deux principaux d'entre eux, le système Berlier et celui du capitaine ingénieur hollandais Liernur, qui ont reçu chacun une application, le premier à Paris, le second à Amsterdam.

SYSTÈME BERLIER

Son application a été faite à Paris, à la caserne de la Pépinière,

Digitized by Google

ainsi qu'à un certain nombre d'immeubles voisins, soit en tout à une population d'un peu plus de 3200 âmes.

Etendu à toute la ville, ce système comporterait :

1° Dans les maisons, des appareils récepteurs placés sous les tuyaux de chute et des appareils évacuateurs à clapet,

2° Des tuyaux allant de ces derniers appareils aux conduites spéciales établies sous la voie publique,

3° Un réseau de conduites en fonte s'étendant sous la totalité des rues, les conduites étant doublées lorsque les chaussées ont une grande largeur,

4° Des conduites maîtresses placées sous les voies principales et dans les égouts collecteurs,

5° Des pompes aspirantes installées à l'extrémité inférieure des conduites maîtresses,

6° Des pompes et des conduites servant à refouler à une grande distance de Paris, 30 kilomètres par exemple, les matières amenées par les pompes aspirantes,

7° Des usines établies à l'extrémité des conduites de refoulement pour fabriquer, suivant les procédés les plus perfectionnés, des engrais solides et des sels ammoniacaux.

Ce système exclut forcément, en partie au moins, l'eau des cabinets, parce que l'eau diminuerait la richesse en azote des matières et rendrait son extraction et sa transformation en sulfate d'amoniaque trop onéreuse. Il présente les inconvénients que nous avons déjà énumérés précédemment et sur lesquels nous ne reviendrons pas.

Au surplus une des sous-commissions de la commission ministérielle de septembre 1880 à Paris (rapport Rousselle, 1883, imprimerie nationale), chargée spécialement d'examiner ce système, qui se rapproche tant de celui préconisé par ladite commission elle-même, reconnut que le système Berlier, tout en étant très ingénieux, était fort coûteux et inapplicable, tel quel, à Paris.

Elle fait remarquer, entre autres choses :

1° Que la production des matières n'est pas constante, mais présente des maximum à certaines heures de la journée et que, par conséquent, c'est en se basant sur ces maximum et non sur une production régulière, qu'il faudrait calculer les diamètres des conduites en fonte.

2° Le fonctionnement des conduites maîtresses serait troublé par

Digitized by Google

l'afflux des conduites des rues à forte pente et il pourrait en résulter les perturbations les plus graves, ayant pour résultat d'envoyer des gaz infects dans les habitations et même de faire déborder les appareils dans les cabinets.

En effet, lorsqu'on considère une conduite maîtresse établie dans l'égout collecteur et une conduite affluente, il faut, pour que ni l'une ni l'autre de ces conduites ne se mette en charge, que la conduite maîtresse puisse absorber à tout moment ce que la conduite affluente peut débiter à gueule-bée à son extrémité inférieure. C'est même-là un minimum, car cette condition suppose que l'aspiration de la pompe cessera de se faire sentir au point de jonction des conduites. Si la conduite maîtresse, en raison de l'insuffisance de son débit, n'absorbe pas l'eau affluente, une charge s'établit dans les tuyaux, la vitesse y augmente et, au bout d'un certain temps, la charge disparaît ; mais, pendant ce même temps, les clapets des appareils Berlier sont soulevés, les gaz, puis les liquides de la canalisation, sont envoyés dans les appareils.

SYSTÈME LIERNUR

Voici en quelques mots l'exposé du système du capitaine ingénieur Liernur qui n'est encore appliqué qu'à une petite partie de la ville d'Amsterdam.

Le travail d'évacuation des immondices produites dans la ville et charriables par l'eau, est divisé entre deux réseaux de canalisations souterraines, dont l'un sert exclusivement à évacuer les eaux de ménage, les eaux de pluie et les eaux industrielles, et l'autre les matières fécales des cabinets d'aisances, y compris les eaux des water-closets ainsi que les eaux de toilette.

Les conduites composant le premier réseau ne reçoivent les eaux ménagères et pluviales qu'après que celles-ci ont été séparées, par filtration, des matières solides dépassant un très petit diamètre et les eaux des fabriques, usines, ateliers, etc., qu'après qu'elles ont été purifiées par les soins des industriels eux-mêmes. Dans ces conditions, on a cru pouvoir autoriser le déversement direct à la rivière, au débouché de chaque rue aboutissant sur les quais, des impuretés charriées par ces eaux.

Digitized by Google

Les avantages attribués à ce système sont de permettre :

1° L'emploi d'une canalisation en poterie de grès, de section très réduite, sans regard et d'un prix relativement peu élevé comparé à celui des égouts, et enfin,

2° La suppression des collecteurs dont les frais d'établissement sont toujours considérables.

Ajoutons pour terminer la description de ce premier réseau, la disposition particulière employée pour y envoyer les eaux de pluie. Cette disposition permet de conserver la section minima aux conduites en augmentant la vitesse d'écoulement par les fortes pluies et de déterminer par ce fait, à leur intérieur, un lavage complet ne laissant aucun dépôt se produire ou subsister.

A cet effet, chaque conduite-égout est munie de tuyaux verticaux communiquant, à leur partie supérieure, avec les branchements des bouches et terminés, à leur partie inférieure, par une sorte d'injecteur déversant l'eau de pluie en un jet concentré au centre même de la conduite, suivant la direction du courant. Par une pluie abondante, l'eau s'élève en colonne dans ces tuyaux de chute et, par sa force hydrodynamique, accélère la vitesse dans l'égout.

Passons maintenant à la description du second réseau de conduites ayant pour but l'évacuation des eaux vannes, des matières fécales et des eaux de toilette.

Une usine générale, sise hors de l'enceinte habitée de la ville, contient des machines et appareils pour faire le vide, ainsi que ceux nécessaires pour réduire les matières en un engrais transportable et d'un placement commercial.

Les tuyaux de chute de tous les cabinets sont reliés avec un réservoir de rue et tous les réservoirs de rue avec ceux de l'usine générale.

Au surplus, voici la description de ce second réseau telle quelle a été présentée à la commission technique de Paris de 1882 par l'ingénieur M. Liernur.

« Les réservoirs à vide de cette usine communiquent par le réseau du premier ordre, composé d'un double système de conduites, avec tous les réservoirs des rues auxquels chaque conduite se relie par un robinet. Le premier système, de 126^{mm} de diamètre, sert exclusivement au mouvement de l'eau ; l'autre, d'un diamètre un peu plus grand, de 150 à 200^{mm}, selon les circonstances, sert au transport

Digitized by Google

des masses depuis les réservoirs de rue jusqu'aux réservoirs de l'usine.

« Ces réservoirs de rue sont placés sous le sol même de la chaussée autant que possible aux carrefours de la ville. Dans les rues ayant une circulation très active, on les établit dans un caveau où les ouvriers pénètrent par un regard ouvert sous le trottoir, de manière à ne pas gêner la circulation. Ils communiquent avec les conduites du second système, placées sur le parcours de toutes les rues et qui reçoivent les embranchements des maisons à droite et à gauche. Chacune de ces conduites est munie d'un robinet tout près du réservoir.

« L'opération de la vidange se fait de la manière suivante :

« Un vide continu étant entretenu, par les pompes pneumatiques, dans les réservoirs de l'usine et dans le réseau du premier ordre, ce vide peut être transporté tout d'un coup dans un réservoir de rue quelconque en ouvrant simplement le robinet de la conduite à air et en le fermant un instant après. L'air sort du réservoir avec impétuosité, diminuant le degré du vide dans le premier réseau, mais l'air ainsi introduit dans ce réseau est bien vite épuisé par le jeu continu des pompes pneumatiques.

« Le vide opéré dans le réservoir permet d'effectuer la vidange des conduites du second ordre, communiquant avec les cabinets des maisons environnantes. En ouvrant le robinet du réservoir, l'air extérieur pénétrant par le haut, dans tous les tuyaux de chute à la fois, chasse avec force les matières, accumulées dans les branchements, jusque dans la conduite et de celle-ci dans le réservoir. Grâce à la grande mobilité de l'air, le vide peut être effectué dans une conduite de 200 à 250 mètres de longueur avant que l'inertie de la masse des matières ait été vaincue, et son effet se fait sentir dans tous les branchements à la fois, ce qui permet d'opérer la vidange simultanée de tous les cabinets reliés à une même conduite.

« L'expérience a démontré qu'afin d'avoir une vidange efficace, on doit répéter cette opération deux ou trois fois pour chaque conduite, en ne la prolongeant chaque fois que pendant quelques minutes.

« On répète ce jeu de robinets du réservoir, jusqu'à ce que toutes les conduites soient vidées.

« Il ne reste plus ensuite qu'à expédier les matières à l'usine. A

Digitized by Google

cet effet, on ouvre le robinet de la conduite qui sert au transport des matières et qui communique avec le bas-fond du réservoir, dans lequel elle donne accès à l'air atmosphérique. »

. . . . . .

« J'ai dit tout à l'heure que la vidange de tous les cabinets, branchés sur une même conduite, se faisait simultanément... Je dois expliquer comment on est arrivé à ce résultat.

« Les branchements sont disposés suivant un plan très incliné se relevant brusquement par une courbe formant siphon, du côté par lequel le vide s'opère. Grâce à cette disposition, là où le volume des matières est considérable, le siphon se remplira jusqu'au bout supérieur de la courbure verticale ; avec un faible volume au contraire, le bas du siphon seulement sera rempli.

« Il est aisé de comprendre que, dans le premier cas, la résistance au vide sera moindre que dans le second, et que les matières atteignant le niveau le plus élevé commenceront à se déverser avant celles des branchements moins remplis. Par ce simple effet, qui se règle automatiquement, on peut vidanger simultanément quatre-vingts branchements, quel que soit leur contenu, alors même que, dans le groupe appartenant au même réservoir, quelques-uns seraient restés vides.

« Pour bien se rendre compte de cet effet, il ne faut pas oublier que le siphon n'est jamais vidé entièrement. Dès que le niveau des matières a atteint le coude d'en bas, l'air passe en grosses bulles, en laissant assez de liquide pour fermer le siphon et offrir de nouveau une résistance au vide suivant. »

Nous ne parlerons pas de l'usine ni des procédés qui y sont appliqués, ces derniers n'offrant rien de particulier et ne sortant pas des applications techniques bien connues.

Dans ce système, on estime la dépense annuelle par personne à la somme de six francs et la valeur du produit obtenu à huit francs.

Ainsi qu'on peut le voir par la description précédente, le système Liernur est encore plus ingénieux que celui de l'ingénieur Berlier. Il peut, peut-être, recevoir avec profit une application dans certains cas particuliers de constructions établies sur des terrains sans pente, mais il ne saurait être adopté par une grande ville, à cause de son prix trop élevé et de la parcimonie qu'il comporte dans l'emploi des eaux de lavage des water-closets.

Digitized by Google

CONCLUSION

Le système que nous venons de décrire, ainsi que tous les systèmes séparés en général (Varing, Sones et autres), repose sur une erreur hygiénique en admettant que les eaux de pluie et de lavage des rues, que les eaux des caniveaux en un mot, puissent être déversées sans inconvénient dans les cours d'eau les plus voisins. Il est parfaitement établi (analyses Franckland) que ces eaux sont chargées d'environ la moitié des déchets organiques et azotés produits par la vie journalière dans une ville.

D'autre part, l'écoulement de ces eaux sur la voie publique n'est pas admissible sous peine d'inondation des quartiers bas. Les systèmes séparés impliquent donc les coûteuses dispositions d'un double réseau.

Les systèmes séparés ne sont donc satisfaisants ni au point de vue hygiénique ni au point de vue de la dépense.

Il n'est pas douteux que l'intérêt d'une ville à ce sujet consiste à n'établir qu'une seule canalisation susceptible de recueillir les eaux impures de toute espèce, y compris les eaux de pluie, sauf celles des orages exceptionnels.

On se débarrasse de ces dernières au moyen de décharges ménagées dans les rivières voisines. Ces décharges doivent fonctionner par trop pleins, ainsi que cela se pratique à Paris, Bruxelles, Londres, Berlin, etc. Elles évitent le surcroît de dépense qu'entraîneraient, pour les galeries souterraines, les débits des chutes météorologiques exceptionnelles et ont, en outre, l'avantage de ne pas augmenter inutilement le cube toujours considérable des eaux d'égout.

D'autre part, l'adjonction des matières de vidange aux eaux ordinaires d'égout constitue le moyen le plus simple et le plus rapide de s'en débarrasser sans, pour cela, présenter le moindre danger.

Nous avons vu en effet que partout où l'on a appliqué rationnellement la « vidange à l'égout » la mortalité par fièvre typhoïde a diminué dans une notable proportion et dépasse rarement 23 pour 100,000 habitants et par an.

On a constaté également une décroissance analogue pour beau-

Digitized by Google

coup d'autres maladies épidémiques et en résumé une diminution sensible dans la mortalité générale.

Est-il permis, après toutes ces statistiques, d'avoir des craintes au point de vue sanitaire sur l'application de ce système ? Les chiffres que nous avons produits peuvent se passer de commentaires.

D'ailleurs, tout en admettant la théorie de propagation des maladies par germes, la supériorité sanitaire des villes où les matières excrémentielles sortent immédiatement des maisons et sont entraînées par le torrent des égouts, s'explique très bien par ce fait que, dans ces villes, les débris de toutes sortes, les microbes comme les poussières, ne séjournent jamais ni dans les habitations, ni dans les égouts. Ils sont pris et entraînés par les eaux de lavage. Ils ne peuvent se répandre dans les appartements et les cabinets, ainsi que cela arrive dans les systèmes qui excluent plus ou moins l'eau comme véhicule. Nous avons déjà dit qu'on en trouve beaucoup moins dans l'air des égouts que dans celui des rues.

Donc rien de surprenant qu'avec ce système l'assainissement du logis et celui de l'intérieur de la ville soit assuré aussi bien que possible.

Une autre et dernière objection au système de « vidange à l'égout » a été tirée du danger que présente la propagation des germes par l'épuration des eaux d'égout au moyen du sol ; nous en parlerons en traitant de *l'assainissement extérieur*.

Digitized by Google

CHAPITRE V

3° DES EAUX D'ÉGOUT

LEUR COMPOSITION

Nous avons dit, au début de cette partie de notre travail, que les immondices produites à l'intérieur d'une ville pouvaient se classer en trois catégories : 1° les ordures solides, 2° les matières de vidange et 3° les eaux d'égout.

Nous avons abordé les principales questions relatives aux deux premières catégories ; il nous reste à traiter celles concernant les eaux d'égout, abstraction faite des matières de vidange.

Les matières qui les souillent sont de quatre sortes :

Les matières solides
(1°) d'origine minérale ou (2°) organique,
et les matières dissoutes
(3°) d'origine minérale ou (4°) organique.

Voici quelle est actuellement la composition moyenne des eaux d'égout de Paris par mètre cube :

Azote	0k,045
Autres matières organiques	0 678
Acide phosphorique	0 019
Potasse	0 037
Chaux	0 401
Soude	0 085
Magnésie	0 022
Résidu insalubre dans les acides	0 728
Matières minérales diverses	0 893
Total général	2k,908

Il est à remarquer que les éléments utiles à l'agriculture s'y trouvent réunis dans des proportions relatives, assez semblables à celles que présente le fumier.

Digitized by Google

Pour résumer, on peut dire que les eaux d'égout, à Paris, renferment en moyenne par mètre cube :

Matières minérales . .	1° Solubles, environ . .	0k,680
	2° Insolubles — . .	1 200
Matières organiques. .	3° Solubles — . .	0 350
	4° Insolubles — . .	0 680
	Total général	2k,910

ou encore, d'une manière plus sommaire, on peut dire que les eaux d'égout de Paris renferment par mètre cube environ :

1 kilogramme de matières solubles
2 kilogrammes de matières insolubles.

Dans les villes où l'on ne projette pas à l'égout les boues et détritus de la chaussée, la proportion des matières à l'état solide n'est plus que de 0k,600 à 0k700; tel est le cas de Londres, Bruxelles, Dantzig, Berlin, etc. (1). Par contre, dans les villes où l'on envoie toutes les vidanges à l'égout, la proportion d'azote est un peu plus forte, mais la différence est beaucoup moindre qu'on pourrait le croire *a priori*, ainsi qu'il résulte des nombreuses analyses faites par le docteur Frankland sur les eaux des deux classes de villes.

Il est évident aussi qu'une industrie très développée peut exercer une grande influence sur la composition des eaux d'égout. C'est ainsi qu'à Reims, malgré une distribution d'eau très importante (environ 400 litres par habitant), les eaux d'égout sont extrêmement chargées et contiennent, par mètre cube, près de trois kilogrammes de matières solides et près de un kilogramme de matières en dissolution.

Dans une ville, les eaux d'égout présentent dans leur débit et leur composition des différences assez grandes, en rapport avec la population, les mois, les jours de la semaine et même les heures de la journée.

On comprend très bien que les égouts des quartiers populeux et peu aisés charrient des eaux beaucoup plus chargées de matières organiques que ceux des quartiers riches ; que les matières organiques soient plus abondantes dans tous les égouts après les opérations du ménage, après les balayages et arrosages des rues ; qu'enfin, par les pluies abondantes, elles soient diluées dans un plus grand

(1) Villes où les bouches d'égout sont munies de réservoirs à sable.

Digitized by Google

volume d'eau; tandis que, par les temps de sécheresse, les eaux servant de véhicule aux immondices, étant réduites au cube de celles qui sont distribuées, elles se trouvent, par ce fait, plus chargées en matières organiques.

Une dernière remarque importante à faire sur les eaux d'égout, est que leur température échappe aux variations extrêmes de l'atmosphère.

En hiver, elles ne gèlent jamais et ne descendent pas au-dessous de 4°; en été, elles n'atteignent jamais 10°.

ÉVACUATION DES EAUX D'ÉGOUT ET INNOCUITÉ D'UN RÉSEAU D'ÉGOUTS BIEN ÉTABLIS

Les eaux d'égout comprenant les ordures liquides, les eaux ménagères, celles des ruisseaux et une fraction plus ou moins forte des matières de vidange, contiennent au moins la moitié des immondices produites journellement dans la ville. Elles peuvent donc constituer un foyer d'infection des plus dangereux, si on n'arrive pas, au moyen d'un drainage bien étudié, à les enlever et à les évacuer hors de la ville au fur et à mesure de leur production.

En étudiant la question des vidanges, nous avons déjà abordé forcément la question des eaux d'égout sur plusieurs points, que nous nous contenterons de rappeler ici.

Nous avons vu qu'il résulte des expériences faites en Angleterre (1), que les matières organiques dans les eaux drainées n'entraient en putréfaction qu'au bout de 24 heures; qu'avec une pente minima de 0,m0003 et des égouts bien faits, la vitesse de l'eau était suffisante pour entraîner toutes les matières en suspension ; qu'avec cette vitesse les eaux pouvaient parcourir plus de 50 kilomètres dans une journée, longueur supérieure à la distance la plus grande qu'aient à parcourir les eaux d'égout, même dans une grande ville, de leur point de départ à leur point d'arrivée; que, par conséquent, il y avait toujours possibilité d'évacuer les eaux avant le moment de la putréfaction des matières organiques, même dans le cas de vidange à l'égout.

Aussi, n'est-il pas étonnant que la Commission de 1880 ait été

(1) Rapport de M. de Freycinet.

Digitized by Google

obligée de convenir qu'on ne percevait aucune odeur dans les voies souterraines de Paris, même dans celle des Invalides, où les excreta de plus de 2,000 personnes sont jetés presque au même point.

C'est ce que nous avons constaté nous-même à Paris, à Bruxelles, etc.; c'est ce que la Commission technique de 1883 a constaté, en outre, à Londres où, comme à Bruxelles, on pratique le système de vidange à l'égout.

Voici ce que M. le docteur Brouardel, en sa qualité de rapporteur de la Commission de 1880, dit au sujet des égouts de Paris :

« A Paris, ces derniers communiquent avec la voie publique par des ouvertures larges et nombreuses. On ne pourrait supprimer ces ouvertures (1) sans créer de grandes difficultés pour le nettoyage des rues et sans emprisonner dans l'intérieur des égouts des gaz méphitiques qui rendraient le travail des égoutiers à peu près impossible.

« Il résulte de ces communications entre l'atmosphère de l'égout et l'air de la rue un fait qui surprend très agréablement l'étranger qui visite pour la première fois le réseau de nos égouts.

« Dans le plus grand nombre de ceux que nous avons parcourus, l'odeur est à peine sensible. L'odorat ne distingue ni ammoniaque, ni acide sulfhydrique, ni sulfhydrate d'ammoniaque. Ces gaz existent pourtant à l'état de liberté, mais en faible proportion dans l'atmosphère. Des papiers imbibés d'un sel de plomb, mouillés et tenus à la main pendant une visite qui a duré trois heures, n'ont éprouvé qu'une très légère modification dans leur teinte. Nous les avons placés sous les yeux de la Commission. L'absence de ces gaz, en quantité incommodante pour le visiteur, tient à deux causes. L'atmosphère de l'égout est chargée de vapeur d'eau; or, l'hydrogène sulfuré s'oxyde rapidement au contact de l'air humide, et les parties qui ont échappé à cette oxydation se déposent sur les parois et sur les larges cylindres des conduites d'eau et sur les autres tubes mé-

(1) Les ouvertures dont parle M. Brouardel sont évidemment les bouches d'égout. Or dans beaucoup de villes en Angleterre, en Belgique, et en Allemagne, ces ouvertures, communiquant avec l'égout par un siphon, ne peuvent servir de moyen de ventilation. Il est établi alors à cet effet un mode spécial de ventilation à l'aide de regards, de tuyaux, voire même de cheminées. (Lire les descriptions des travaux d'assainissement de Londres, Bruxelles, etc., à la 4e partie de ce travail).

Digitized by Google

talliques qui traversent le ciel de l'égout, captées en quelque sorte par cette vapeur d'eau.

« Le papier de plomb, mis en contact avec les gouttes de liquides qui tapissent ces tuyaux, brunit immédiatement.

« La seconde cause est précisément cette large et constante communication de l'atmosphère de l'égout avec celle de la rue. Dans une de nos courses, nous avons parcouru une partie de l'égout du boulevard Henri IV ; en un point on n'avait pas ouvert la bouche par laquelle nous devions sortir, et nous avons été tous frappés par la présence de ces gaz qui se trahissaient par leur action sur l'odorat, la pituitaire et les conjonctives des yeux. Mais, dès que le regard fut ouvert, toute odeur fut presque instantanément balayée par le passage d'un fort courant d'air.

« D'ailleurs, chacun de nous a pu constater *de visu* cet échange entre l'atmosphère de l'égout et celle de la rue ; il est évident, lorsque l'air extérieur est sec et froid ; on voit alors sortir des bouches d'égout des colonnes d'air chargé d'humidité, qui se condense par le froid extérieur.

« Cette condition est connue des ouvriers égoutiers, et nous avons constaté bien souvent qu'ils prenaient la précaution de maintenir ouverts deux regards lorsqu'ils avaient à travailler dans un égout.

« Il existe donc entre l'air de la rue et l'atmosphère de l'égout un échange incessant ; l'atmosphère de l'égout en bénéficie, mais aux dépens de celle de la rue.

« Nous devons reconnaître, en nous plaçant seulement au point de vue de l'odeur, que dans un grand nombre de cas nous l'avons inutilement cherchée à la bouche de l'égout ; elle est peu incommodante ; nous verrons pourtant qu'il n'en est pas toujours ainsi, et nous démontrerons plus loin, en nous plaçant au point de vue de la salubrité, que cet échange constant entre les atmosphères de l'égout et de la rue, bien qu'il n'y ait pas d'odeur, présente un danger réel. »

La conclusion, après ce qui précède, est tout à fait inattendue, et a lieu de surprendre.

M. Brouardel reconnaît que les eaux laissent échapper peu de gaz, qu'on ne perçoit aucune odeur aux bouches, et il conclut que les émanations de l'égout dans la rue présentent un réel danger.

Oui, il est évident que si l'on ferme toute communication avec l'extérieur, il s'accumulera, *à la longue*, dans l'égout une quantité

Digitized by Google

d'air méphitique qui en rendra l'atmosphère irrespirable et dangereuse pour les égoutiers. Mais qu'est-ce que cette quantité d'hydrogène sulfuré produit à la longue? Qu'est-ce même que le cube total de l'atmosphère d'un égout à côté de celui de l'air sans cesse renouvelé des rues? Aussi, hors les cas d'égouts mal établis, il est impossible de citer des inconvénients résultant des émanations dont parle M. Brouardel.

Dans toutes les autres commissions d'enquête tant en France qu'en Angleterre, Belgique, Allemagne, Amérique, il n'a été exprimé aucune crainte à cet égard.

On ne perçoit d'ailleurs, pour ainsi dire, aucune odeur accentuée, même dans les petites galeries des villes qui pratiquent la vidange à l'égout, lorsqu'elles ne reçoivent, à l'inverse de ce qui se passe en France, ni boues ni graviers.

Les égouts, dans toutes les grandes villes, sont aérés, comme à Paris, par des communications libres avec les rues, sans qu'on en ait reconnu le moindre inconvénient. On peut même ajouter que plus le renouvellement de l'air à l'intérieur sera grand, plus la production des gaz méphitiques sera petite, ainsi que le reconnaît M. Brouardel lui-même.

D'un autre côté, les odeurs qui se manifestent par suite d'insuffisance d'eau peuvent paraître plus ou moins répugnantes, mais rien n'autorise à penser qu'elles soient miasmatiques.

Les véritables miasmes, ceux qui proviennent de toute une catégorie d'organismes vivants, microbes des cryptogames, bactéries et vibrions, dont plusieurs sont mortels, n'ont pas d'odeur et frappent sans nous avertir.

Ainsi qu'il résulte des expériences de M. Marié-Davy, expériences que nous avons déjà relatées, les eaux d'égout retiennent les germes vivants; et dans l'atmosphère des égouts, on en trouve fort peu, moins que dans celle des rues.

D'autre part, n'est-il pas préférable que les égouts organisés pour enlever l'eau de pluie, les eaux ménagères et celles de lavage des rues, soient aussi employés à transporter les matières de vidange et les résidus similaires qui requièrent un départ prompt et rapide?

Au surplus l'addition des matières de vidange aux eaux d'égout ordinaires, ainsi que Franckland l'a reconnu, par l'analyse des eaux de 32 villes anglaises dont 15 faisaient encore usage de fosses

Digitized by Google

et 17 pratiquaient la vidange à l'égout, ne modifie pas sensiblement la contenance en matière azotée. C'est même pour les eaux des villes appliquant la vidange à l'égout que la somme totale de matière azotée est inférieure par mètre cube. Ce fait s'explique par la moindre quantité d'eau employée dans les villes à fosses fixes, ainsi que le prouve du reste l'excédent de chlore provenant des urines.

Là où l'on pratique la vidange à l'égout, toutes les eaux de distribution et pluviales sont déversées dans les galeries souterraines et augmentent ainsi le volume total dans lequel se trouvent diluées les matières organiques.

Il y a donc tout avantage à appliquer le même réseau de drainage à l'évacuation de toutes les immondices produites dans une ville, autrement dit, à pratiquer la vidange à l'égout. Même innocuité, départ plus rapide et sans arrêt, surveillance plus facile, frais d'établissement beaucoup moins considérables, suppression de tout mécanisme, lavage plus complet, par suite de l'introduction d'eau plus grande et sans limite, à l'inverse de tous les systèmes dans lesquels on est obligé de traiter les matières, etc., etc.

En résumé il est parfaitement établi, qu'avec une distribution d'eau suffisante, sans laquelle il n'y a pas d'hygiène possible, un réseau de drains bien étudiés, bien construits, ventilés convenablement, à l'abri de tout dépôt, réalisant en un mot ce principe absolu de l'hygiène des égouts : « circulation continue sans jamais de stagnation, » non seulement les égouts ne présentent aucun danger, mais doivent être considérés comme le mode d'assainissement le plus efficace d'une ville en même temps que le moyen le plus simple et le plus rapide pour elle de se débarrasser de la majeure partie de ses immondices.

Tous les hygiénistes français et étrangers, ayant fait une étude spéciale de cette question, sont unanimes à reconnaître la parfaite innocuité des égouts bien établis, même lorsqu'on y introduit les matières de vidange et à proclamer hautement la supériorité de ce mode d'évacuation des immondices que l'eau peut charrier.

L'expérience acquise, déjà depuis un grand nombre d'années, en Angleterre, en Belgique et en Allemagne vient, ainsi que nous l'avons déjà vu, confirmer les notions scientifiques bien acquises à ce sujet.

Digitized by Google

DES EGOUTS ET DES COLLECTEURS

1° LEUR ORIGINE

Pendant longtemps la question des égouts n'a pas même été soulevée. La grande industrie n'existait pas. Les eaux provenant des usages domestiques étaient déversées simplement sur le sol des cours ou des voies publiques sans écoulement possible ; aussi, donnaient-elles lieu à de fréquentes épidémies inconnues de nos jours. Les eaux pluviales se rendaient dans les thalwegs des petites vallées naturelles situées à l'intérieur des villes ; ces ruisseaux à découvert furent les premiers égouts.

Plus tard, pour éviter les exhalaisons des eaux impures charriées par ces derniers, on les recouvrit en maçonnerie.

C'est ainsi que furent construits, — à Rome, par les vieux rois romains, le Cloaca maxima, qui fonctionne encore aujourd'hui, — à Paris, les égouts de la Bièvre et de Ménilmontant, — à Londres, celui de Fleet street, — à Dijon, celui du Suzon, etc., etc. (1) ; l'assainissement intérieur des villes n'existait encore qu'à l'état d'enfance.

Cependant, l'accroissement et la condensation de la population des villes, le développement des industries, la création de distributions d'eau, l'établissement de chaussées régulières munies de caniveaux, amenèrent forcément la création, dans chaque ville, d'un réseau d'égout plus ou moins complet.

Tout d'abord, et jusqu'à ce siècle, sauf de rares exceptions, ces égouts, créés sans idée d'ensemble et dans le but unique du débarras immédiat des voies publiques, déversaient leurs eaux impures dans la rivière, à l'intérieur même des villes. C'était déplacer la difficulté plutôt que la résoudre ; à l'infection du sol on faisait succéder l'infection de la rivière. On conservait, dans les murs mêmes, un foyer d'infection et de maladies contagieuses.

Aussi, dans beaucoup de grands centres, vers le milieu de ce siècle, on fut amené à créer d'immenses collecteurs recevant les

(1) On peut dire que toutes les villes un peu importantes offrent des exemples analogues.

Digitized by Google

eaux de tous les égouts pour les mener hors des murs de la ville. Dès lors, l'assainissement intérieur fut assuré.

DES TYPES D'ÉGOUT

On peut grouper les différents types d'égout, employés aujourd'hui au drainage des résidus liquides des villes, en deux catégories :

1° Les égouts visitables, c'est-à-dire ayant des dimensions en général assez grandes pour permettre l'accès aux hommes de service, et

2° Les égouts non visitables ou à sections réduites au minimum.

1° EGOUTS VISITABLES

Les égouts visitables sont construits en maçonnerie et ont des sections plus ou moins importantes suivant la quantité d'eau qu'ils doivent écouler et suivant les installations qu'on y doit faire.

La partie inférieure sert à l'écoulement des eaux impures, la partie supérieure à celui des eaux de pluies exceptionnelles et aux installations intérieures s'il y a lieu. Dans tous les cas, par le fait qu'ils doivent être visitables, ceux d'ordre secondaire présentent des dimensions plus que suffisantes pour assurer le drainage des eaux même en temps de pluie exceptionnelle.

Aux plus petits, on donne une section ovoïde avec 1^m50 à 1^m80 de hauteur, 0^m60 à 0^m80 de largeur aux naissances et on établit leur radier suivant une courbe concave, d'autant moins large et avec une flèche d'autant plus prononcée (ne dépassant pas cependant la moitié de la largeur), qu'il doit y circuler moins d'eau, de façon que celle-ci, quelle que petite que soit sa quantité, passe forcément là où il peut se former un dépôt.

Si l'importance de l'égout augmente, on accroît surtout sa largeur et un peu la hauteur, tout en conservant le profil ovoïde et la forme concave du radier. Toutefois, dès qu'il s'agit d'un égout ayant de la pente et où l'eau doit couler d'une façon continue et assez abondante, il y a lieu, pour rendre moins pénible la circulation des gens de service, de ne pas trop prononcer la concavité du radier.

L'importance de l'égout augmente-elle encore ? Il s'agit alors d'un égout principal autrement dit d'un petit collecteur.

Digitized by Google

Ici on arrive à avoir une cunette, c'est-à-dire une partie inférieure pour la circulation des eaux impures présentant une section moins large et réduite aux besoins ordinaires du drainage. La cunette doit avoir un radier légèrement concave avec les angles arrondis et présenter extérieurement, à une ou deux de ses arêtes supérieures, des parties plates, horizontales, appelées banquettes et ayant au moins $0^m,20$ de largeur. Ces parties horizontales, raccordées avec les parois latérales de la galerie par des arrondis, sont utilisées, quand besoin en est, pour y sceller les rails des wagons-vannes dont nous parlerons plus loin. La partie supérieure de l'égout, c'est-à-dire toute celle qui se trouve au-dessus de la cunette, sert à l'écoulement des eaux de pluies exceptionnelles. Elle est en outre utilisée pour l'installation de tous les services de canalisation d'eau, d'air comprimé, de réseaux télégraphiques, etc., etc., sauf la distribution du gaz prudemment isolée à part et qui, dans aucun cas, ne doit être disposée dans une galerie souterraine.

Passons maintenant aux collecteurs des grandes villes.

Le profil à adopter pour la section doit se rapprocher autant que possible de la circonférence ; les banquettes augmentent de largeur et deviennent de véritables trottoirs rendant plus facile et moins dangereuse la circulation des hommes de service.

En effet, lorsqu'il s'agit des collecteurs de grandes villes, la cunette peut avoir jusqu'à deux mètres de profondeur et être remplie d'eau s'écoulant avec une vitesse telle qu'une personne y tombant ne saurait lutter contre le courant et sauver sa vie sans un prompt secours. Aussi, très souvent, les trottoirs de ces grandes galeries souterraines sont munis d'un garde-fou en fer.

Dans certains collecteurs, on ne place qu'un trottoir, dans d'autres, on en dispose un de chaque côté de la cunette. Le choix est dicté soit par les besoins du service, la forme plus rationnelle donnée au profil, soit par le peu de hauteur dont on dispose. On comprend facilement que là où l'on est restreint par la hauteur totale disponible pour le collecteur, on soit obligé d'élargir un des trottoirs aux dépens de l'autre. On va jusqu'à supprimer ce dernier afin d'arriver plus au droit des parties élevées de la voûte du collecteur et obtenir ainsi, pour ce premier trottoir, une partie où l'on puisse facilement circuler sans toucher la voûte de la tête.

Une remarque importante à faire, relativement aux égouts visita-

Digitized by Google

bles, est que le passage des eaux, en temps de pluie exceptionnelle, peut utiliser presque la totalité de la section d'un collecteur, tandis qu'il n'en utilise qu'une fraction, dans un égout secondaire, et que cette fraction est d'autant plus petite qu'il s'agit d'une galerie moins importante.

C'est pour ce motif, auquel se trouve lié celui d'économie, et pour d'autres que nous énumérerons plus loin, qu'on a été amené à créer des égouts non visitables, à sections réduites au minimum.

2° EGOUTS NON VISITABLES

Lorsqu'en 1850 les grandes villes, en Angleterre, se virent obligées, pour remédier à leur état sanitaire des plus déplorables, d'établir ou de compléter et améliorer à bref délai leurs réseaux d'égout, elles se trouvèrent en face de dépenses considérables qu'elles durent chercher à diminuer dans la mesure du possible. De là leur est venue l'idée d'employer, au moins pour la construction de leurs égouts secondaires, des poteries de grès vernissées déjà employées dans la construction des drains privés. Ces poteries, qu'on n'arrivait à bien fabriquer que chez eux (1), sont très solides et inattaquables par les eaux industrielles ou ordinaires d'égout. Leur diamètre intérieur varie de 0^m23 à 0^m80; cependant en général, au delà de 0^m45 de diamètre, les égouts sont construits en briques hourdées en ciment et on constitue leurs radiers avec des poteries en grès vernissé.

Quant aux collecteurs, ils sont construits en maçonnerie, leur profil est circulaire, ils ne présentent en général ni trottoir, ni banquette et on n'y admet aucune canalisation.

Les avantages des égouts à section réduite, suivant les partisans de ce système, sont, en dehors de l'économie signalée plus haut, d'arriver avec plus de certitude au curage automatique tant par les eaux d'égout ordinaires qu'à l'aide de chasses obtenues au moyen de réservoirs remplis par l'eau de distribution. Ils permettent par conséquent : d'éviter plus sûrement les dépôts, de réduire les frais

(1) Deux usines françaises, Jacob frères, à Pouilly-les-Seurre (Côte-d'Or) et Valabrègue, à Bollène (Vaucluse), peuvent, depuis plusieurs années, livrer des produits entièrement similaires.

Digitized by Google

de curage toujours très dispendieux et de réaliser de la sorte cet idéal réclamé par les hygiénistes, c'est-à-dire, « circulation continue sans arrêt ni dépôt d'aucune sorte, de toutes les eaux impures d'une ville. » Il faut reconnaître qu'à Franckfort-sur-Mein, depuis l'achèvement du réseau établi d'après ces principes, cinq égoutiers suffisent au service du nettoyage des galeries souterraines de la ville qui ne compte pas moins de 130,000 habitants, alors qu'à Paris, par exemple, toute proportion gardée, on ne parvient pas, avec un personnel douze fois plus important (en tout 1,200 égoutiers), à éviter des dépôts persistants dans un grand nombre d'égouts.

Nous devons rappeler que, dans le système anglais, on ne laisse pas, comme en France, arriver aux drains publics les graviers et sables de la chaussée, ni toute autre matière lourde non susceptible d'être entraînée par l'eau.

La facilité avec laquelle, dans ce système, on arrive au nettoyage complet des égouts secondaires, à l'aide des eaux impures seules, ou avec le concours, pour ceux qui débitent peu, de chasses d'eau énergiques, s'explique facilement par le poli des parois intérieures et par le grand cube d'eau qui y circule, comparé à la section.

Parfois les Anglais sont allés trop loin dans cette voie de section réduite. Il est des quartiers bas, à Londres par exemple, dont les chaussées sont envahies par les eaux refluentes de l'égout, lors des grandes pluies d'orage. C'est là un grave inconvénient facile à éviter en calculant en conséquence les sections de tous ces égouts secondaires, pour leur permettre de débiter même les eaux d'une pluie exceptionnelle.

COMPARAISON, DISCUSSION

Ce système à section réduite des Anglais adopté depuis généralement en Allemagne et en Amérique, n'a reçu jusqu'à présent que peu d'applications en France et en Belgique.

Doit-il être préféré à celui ne comportant que des égouts visitables?

Suivant nous, on ne saurait émettre une opinion absolue sur ce point. C'est aux ingénieurs municipaux, suivant les circonstances

Digitized by Google

locales, les conditions particulières, à faire choix de l'un ou l'autre des systèmes ou même le plus souvent à appliquer les deux.

Si les égouts visitables sont plus coûteux, ils ont les avantages suivants : ils procurent un meilleur drainage du sous-sol, ils permettent d'installer à moins de frais les conduites d'eau, les fils télégraphiques, téléphoniques, etc., etc., et d'éviter les tranchées pour lesdites installations, tranchées qui gênent tant la circulation, détériorent les chaussées et sont des causes d'insalubrité, par les miasmes qui se dégagent toujours des terres remuées. Ils rendent la surveillance commode et permettent de parer facilement à un engorgement accidentel. Ils peuvent contribuer à l'enlèvement des neiges.

Aussi dans toutes les villes où le prix des maçonneries est peu élevé, les municipalités trouveront souvent un intérêt à développer leur réseau d'égouts visitables.

Quoi qu'il en soit, l'usage des poteries en grès vernissé ayant donné d'excellents résultats et constituant une économie notable sur celui des égouts en maçonnerie, aujourd'hui tout drainage rationnel d'une ville doit reposer sur une combinaison de conduites et d'égouts.

Les conduites en grès vernissé doivent être réservées pour les voies secondaires. Elles peuvent n'avoir que de faibles diamètres, à condition de former une série de petits réseaux venant se déverser dans des égouts visitables jouant le rôle de collecteurs. Dès que le réseau est suffisamment développé et d'une importance qui exigerait des diamètres supérieurs à $0^{m}40$, il y a lieu d'adopter des galeries visitables.

On doit éviter les petits égouts en maçonnerie trop grands pour constituer une bonne conduite et trop petits pour être parcourus facilement par les hommes de service.

Pour le moment nous ne nous étendrons pas davantage sur ce sujet. L'étude des travaux d'assainissement exécutés par un certain nombre de villes et dont nous donnons une description à la quatrième partie de notre travail, permettra mieux de se rendre compte des avantages et des inconvénients de chacun des deux systèmes et de la mesure dans laquelle on peut les faire contribuer l'un et l'autre au drainage rationnel d'une ville.

Digitized by Google

PAROIS INFÉRIEURES

Les parois intérieures des égouts en maçonnerie doivent être revêtues d'un enduit en ciment lissé, avec des arrondis à tous les angles rentrants. Lorsque l'égout est important et présente une forte pente on peut, par raison d'économie, réserver l'enduit en ciment pour la cunette et se contenter, pour le restant des parois, d'un simple rejointoiement au mortier fin de ciment.

Les Anglais n'appliquent généralement pas d'enduit en ciment, sur les parois intérieures de leurs drains construits en brique qu'ils considèrent comme suffisamment lisses. Les radiers des petits égouts sont formés par des pièces en poterie de grès vernissé.

JONCTIONS D'ÉGOUT

Lorsque deux galeries doivent se rencontrer, il y a lieu de tenir le radier de l'égout tributaire à un niveau supérieur à celui de la galerie qui en reçoit le produit, de telle sorte que l'eau et les vases de l'égout principal refluent le moins possible dans l'égout secondaire. On rachète la différence de niveau des deux radiers par un ou deux gradins, ayant $0^m,20$ de hauteur au plus.

Autant que possible les parties supérieures des deux voûtes doivent être au même niveau ou à des niveaux peu différents, pour que la galerie secondaire ne soit jamais mise en charge par les eaux de la principale lors des grandes crues.

Il peut arriver que, pour satisfaire à cette condition, les radiers soient à des niveaux très différents, ce qui a lieu lors de la rencontre d'une galerie secondaire avec un des principaux collecteurs. Dans ce cas, en dehors de l'emploi des gradins, on achève de racheter la différence de niveau en donnant une plus forte pente au radier de l'égout tributaire, sur les derniers mètres de son parcours, tout en conservant la même pente pour la voûte.

Les galeries souterraines d'une ville doivent être étudiées de telle sorte qu'elles soient subdivisées en une série de réseaux venant se déverser dans les collecteurs par des égouts déjà d'une certaine importance.

Le radier de la galerie tributaire d'une galerie à banquettes doit

Digitized by Google

arriver en contre-bas du niveau de cette banquette de toute la hauteur normale des eaux de la première galerie.

Lorsqu'il s'agit de la jonction de deux égouts possédant des banquettes l'un et l'autre, on règle la pente de la galerie tributaire de façon qu'à la rencontre les banquettes soient au même niveau. Cette disposition est indispensable quand les deux galeries ont besoin d'un curage à l'aide de wagons-vannes et que les mêmes appareils doivent servir aux deux.

On doit éviter soigneusement tout ce qui pourrait favoriser la formation de dépôts et les eaux doivent êtres conduites de l'une dans l'autre au moyen de parties arrondies.

Les jonctions des égouts circulaires construits en poterie de grès ou en briques, sont exécutées à la hauteur du niveau d'écoulement normal et en formant un angle aigu avec la direction du courant principal.

TRACÉS, PENTES, PROFONDEURS

Dans presque toutes les villes la plupart des égouts anciens ont été construits sans plan général, sans esprit de suite. On voit des galeries à grande section intercalées entre d'autres de dimensions restreintes, des parties horizontales entre d'autres à fortes pentes ou inversement. Parfois des égouts publics, même des collecteurs, passent dans des propriétés privées et jusque sous les maisons. Presque toujours les questions de forme, d'importance, de profondeur et de pente de la galerie souterraine dans une rue, semblent avoir été déterminées uniquement en vue des circonstances spéciales à cette rue et sans qu'on se soit préoccupé de ce qu'exigerait l'amont ou l'aval.

Cette façon de procéder, suivie malheureusement encore trop souvent de nos jours, est des plus préjudiciables.

COLLECTEURS

Leur tracé est le plus souvent imposé par la configuration topographique de la ville qu'ils desservent ; il est dicté par les conditions suivantes :

1° De suivre les voies larges les plus rapprochées des points bas de la ville, et

Digitized by Google

2° D'avoir leur radier à la plus grande profondeur possible.

Ces deux conditions concourent au même but, celui de permettre l'installation du réseau d'égouts tributaires avec une profondeur et des pentes suffisantes.

Il ne faut pas perdre de vue que la question de profondeur est très importante et que d'elle dépend, en grande partie, la réussite plus ou moins complète de l'œuvre d'assainissement.

A Francfort-sur-Mein, leur profondeur va jusqu'à 10 mètres au-dessous du sol des chaussées.

Lorsqu'une ville est traversée par une rivière, débitant toujours de l'eau, il y aura lieu, le plus souvent, d'établir un collecteur principal sur chacune des rives de la rivière et sur toute la longueur de son parcours, dans la traversée de la ville. Parfois même, si la ville comporte un territoire important et présente de grandes différences de niveau, on est amené à créer d'autres collecteurs, parallèles aux premiers et par conséquent à un niveau plus élevé, pour recueillir les eaux des zones supérieures. On évite ainsi les frais de leur élévation à l'aide de machines, à la sortie desdits collecteurs, lorsqu'il s'agit de les reprendre soit pour les épurer, soit pour les déverser dans un fleuve loin de la ville. C'est le cas de Londres et de bien d'autres villes importantes.

Une pente de 0^m0003 a été reconnue suffisante; à Paris, elle descend parfois à 0^m0001 pour l'un d'entre eux au moins.

EGOUTS ORDINAIRES

Les égouts ordinaires doivent être établis à une assez grande profondeur au-dessous du sol des chaussées, pour pouvoir drainer au besoin celui des caves riveraines. En tout cas, cette profondeur doit être assez grande pour que le sol de la chaussée recouvre les maçonneries de la voûte sur une épaisseur de 1 mètre, épaisseur qu'il ne faut réduire qu'en cas de nécessité absolue et que sur une petite longueur.

Nous avons dit précédemment qu'une pente de $0^m,0003$ a été reconnue suffisante et cela est absolument vrai, lorsque les eaux, ainsi que cela se pratique dans le système anglais, ne charrient pas de matières lourdes sujettes à déposer. Cependant, même avec ce système dont l'adoption s'impose partout, il est bon que la pente,

Digitized by Google

toutes les fois que la chose est possible, dépasse ce chiffre et soit d'autant plus forte que la galerie est moins importante et qu'elle charrie moins d'eau.

Quant au tracé, il y a souvent grand avantage à suivre alternativement les rues présentant le maximum de pente et les rues transversales qui sont généralement presque horizontales, de manière à répartir la chute totale disponible sur tout le réseau et à donner ainsi, à tous les radiers, une pente uniforme et suffisante. C'est un principe recommandé par M. Van Mierlo. D'après ce système, appliqué à Bruxelles depuis 1875, chaque ligne d'égout passe successivement par une rue à forte pente et par une rue horizontale.

Sous les rues à forte inclinaison l'égout reçoit une pente moindre que celle du pavage, tandis que sous les rues parallèles au thalweg l'égout est, au contraire, plus fortement incliné que la voie publique. De cette manière, tous les radiers peuvent recevoir une inclinaison suffisante et toutes les galeries sont parcourues en entier par un volume d'eau assez grand pour que le curage s'y fasse automatiquement sur toute leur longueur. Dans l'autre système, un plus grand nombre d'égouts, formant cul-de-sac et ne recevant qu'un petit volume d'eau, sont sujets à s'envaser.

BOUCHES D'ÉGOUT, RÉSERVOIRS A SABLE

Les eaux de la chaussée sont conduites aux égouts par les caniveaux qui aboutissent à l'entrée des bouches disposées aux points bas des rues et distancées de 50 à 80 mètres au maximum. Ces bouches se composent d'un couronnement en granit évidé faisant partie de la lisse du trottoir et d'un seuil également en granit, légèrement évidé. Le seuil est situé au niveau des contre-lisses et disposé sur la partie supérieure d'un des murs d'une cheminée verticale de chute ayant $0^m,90$ de longueur sur $0^m,40$ et $0^m,45$ de largeur. Cette cheminée aboutit à une galerie, désignée sous le nom de branchement de bouche, ayant 0^m50 de largeur au radier, 0^m80 aux naissances, 1^m50 de hauteur moyenne et dont le radier présente une forte pente pour aboutir de 0^m20 à 0^m25 en contre-haut de celui de l'égout.

A Paris et dans la plupart des villes de France, on admet les boues et graviers à l'égout ou, tout au moins, on ne prend aucune disposition pour les éviter. C'est là une chose fâcheuse et inacceptable avec l'application du tout à l'égout.

Digitized by Google

A Bruxelles et dans beaucoup de villes où l'on fait usage de galeries à sections circulaires réduites, on munit les bouches d'égout d'appareils ayant pour but d'arrêter les graviers et sables puis, en même temps, d'empêcher les gaz de l'égout de déboucher sur la chaussée par ces mêmes ouvertures. A cet effet, les bouches sont munies de grilles destinées à empêcher le passage des corps de gros volume. Au-dessous de la grille, se trouve un réservoir, plus ou moins grand, où se déposent les graviers, sables et tous les objets lourds qui ont pu passer à travers la grille. Ce réservoir est vidé depuis la rue, une à trois fois par semaine. Vers sa partie supérieure une conduite en grès de 0m15 de diamètre, affectant la forme de siphon, déverse les liquides à l'égout, par une canalisation également en poterie de grès (1).

Le réservoir, à notre avis, constitue une excellente et indispensable amélioration ; sans lui, il est impossible d'éviter les dépôts et d'assurer l'hygiène des égouts. Quant au siphon, il est inutile, ainsi que nous le démontrerons à l'article ventilation des égouts. Le déversement des eaux, du réservoir dans l'égout, doit se faire librement par une cheminée et une galerie ou par des poteries en grès vernissé, suivant les cas.

De cette façon il est possible d'utiliser les bouches comme prises d'air, comme mode d'évacuation des neiges et aussi d'éviter la congélation complète dans les réservoirs, au moyen de cette communication libre avec l'atmosphère des égouts dont la température ne descend jamais plus bas que 6 degrés au-dessus de zéro.

Avec l'emploi des réservoirs et grilles, il est utile de rapprocher les bouches et de ne pas les écarter au delà de 40 mètres.

REGARDS

Les regards sont indispensables pour faciliter l'accès aux galeries souterraines et cela en vue de la surveillance ainsi que des travaux de curage, d'entretien, d'installations intérieures, etc., etc.

Ils doivent être distants de 200 à 250 mètres au plus et disposés, autant que possible, sous les trottoirs des rues afin d'éviter, sur les chaussées, ces trappes si gênantes pour la circulation des voitures

(1) Voir les descriptions des travaux d'assainissement de Bruxelles, Londres, Francfort-sur-Mein.

Digitized by Google

et si dangereuses pour les chevaux, même lorsqu'elles sont fermées.

L'égout est-il construit sous le trottoir de la rue? Le regard se compose simplement d'une cheminée verticale établie sur l'axe de l'égout. L'égout est-il au contraire construit sous la chaussée? La cheminée du regard n'en est pas moins établie sous le trottoir et elle est reliée à l'égout par une galerie dite branchement de regard, dont le radier, situé à $2^{m}60$ de profondeur au plus, se termine par un escalier pour arriver au niveau de celui de l'égout. Cette disposition permet aux égoutiers, surpris à l'intérieur par une pluie d'orage, de trouver sur le palier un refuge hors de l'accès des eaux.

Un entourage mobile en fer, se repliant sous la trappe du regard, doit pouvoir se dresser facilement et être employé chaque fois que le regard est ouvert pour les besoins du service. Une échelle de fer scellée à un des murs du regard ou de simples crampons en fer en facilitent la descente.

Pour les galeries importantes et particulièrement pour les collecteurs, il est très utile d'avoir des regards d'une descente plus facile et permettant un accès plus commode aux matériaux, spécialement aux conduites en fonte. A cet effet, on établit un escalier en pierre partant du trottoir de la rue et présentant en bout une partie complètement à jour de haut en bas, pour le passage des matériaux volumineux, lourds ou encombrants. La fermeture du regard se fait au moyen de volets en tôle et cornières, munis le plus souvent de pentures droites avec gonds scellés dans l'encadrement établi généralement en pierre de taille. Les volets, lorsqu'ils sont fermés, sont reçus dans une feuillure que présente l'encadrement; lorsqu'ils sont ouverts, ils concourent à la formation d'un garde-fou.

A Londres, on remplace le plus souvent le garde-fou par une grille qui, substituée à la trappe, empêche toute chute tout en laissant pénétrer l'air et la lumière.

JONCTION DES ÉGOUTS PRIVÉS AVEC L'ÉGOUT MUNICIPAL

Ainsi que nous l'avons vu dans la première partie de notre étude, tous les drains privés d'un immeuble doivent aboutir à un évacuateur commun établi en poterie de grès vernissé et ayant de $0^{m}20$ à $0^{m}22$ de diamètre au plus. Cet évacuateur, auquel on donne une pente d'au moins $0^{m}01$, traverse le sous-sol de la chaussée et doit débou-

Digitized by Google

cher dans l'égout public un peu au-dessus du niveau supérieur que peuvent atteindre les eaux ordinaires.

A Londres et à Paris, pour éviter le refoulement des gaz de l'égout dans la maison, à chaque crue d'eau, on prescrit l'emploi, à l'extrémité de l'évacuateur, d'un siphon dit siphon intercepteur de pied.

On fait également un usage fréquent de clapets verticaux au débouché de l'évacuateur commun dans la galerie municipale, sous prétexte d'empêcher les rats de pénétrer dans les drains privés ou d'éviter le refoulement, dans ceux-ci, des gaz ou des eaux de la galerie en temps de crue.

Ce clapet a l'inconvénient de favoriser la formation des dépôts à l'extrémité située à l'aval de l'évacuateur; ainsi que le siphon de pied il nuit à l'efficacité des chasses d'eau.

D'autre part ces appareils, sauf des cas particuliers, ne présentent aucun intérêt.

L'introduction des rats, des gaz ou des eaux provenant de l'égout municipal n'est point à craindre, si les drains privés sont bien construits, prolongés jusqu'en haut des toits pour leur aération et s'ils ne présentent que des regards fermés en temps ordinaire.

Non seulement, on évite ainsi toute introduction dans la maison de rats, gaz ou eaux provenant de la galerie publique, mais on assure en même temps à cette dernière un puissant moyen d'aération sans inconvénient pour les habitants de la maison, ni pour les personnes circulant sur la chaussée.

C'est cette disposition des plus simples, qui a été appliquée avec succès à Francfort-sur-Mein.

VENTILATION

La ventilation de toutes les galeries souterraines, sans exception, est indispensable. Nous avons vu qu'elle peut avoir lieu sans danger, sans même le moindre inconvénient, aux dépens de l'atmosphère de la rue.

Il est évident qu'il ne peut être question ici que d'un réseau d'égout bien établi, ne donnant lieu à aucun dépôt permanent (1), chose toujours possible avec des pentes et sections bien aménagées et le

(1) Sans dépôt permanent, plus de fermentation putride, cause principale des mauvaises odeurs provenant des galeries souterraines.

Digitized by Google

concours de réservoirs de chasse automatique dans le cas de pentes insuffisantes ou d'un faible débit.

En France, cette ventilation se fait à l'aide des bouches d'égout et des regards ouverts, lorsque les égoutiers sont occupés à l'intérieur des galeries.

A Bruxelles, on a conservé, pour la ventilation, environ un quart des bouches à air libre, choisies parmi celles situées au sommet du réseau. En outre, de distance en distance, sur tout le parcours des égouts, sont établies des plaques de regards percées de trous. Ces ouvertures n'ont jamais donné lieu à des émanations incommodes pour la population. M. Janssens, directeur du service d'hygiène de cette ville, est d'avis qu'il n'y a aucun inconvénient à cette communication directe entre l'atmosphère des galeries souterraines et celle des rues.

En Angleterre, où toutes les bouches d'égout sont munies de réservoir à sable avec siphon, les galeries sont ventilées par des regards espacés de 60 à 100 mètres, fermés par une grille de fonte scellée dans la maçonnerie et placée directement au-dessus de la galerie, dans l'axe de la voie publique, au niveau de la chaussée. Aucune odeur sensible ne s'échappe de ces regards.

Il ne semble donc pas rationnel d'employer des fermetures, à l'aide de siphons, aux bouches des égouts, puisque l'atmosphère de ceux-ci peut communiquer librement avec celle des rues par les regards. Cependant il faut reconnaître que c'est plus particulièrement vis-à-vis des bouches des galeries peu importantes que des dépôts peuvent se former et donner lieu à des émanations, quand ils sont accompagnés de matières organiques et que l'eau fait défaut. Par conséquent, dans certains cas particuliers, l'emploi de réservoirs à sable accompagné de siphons pourra être motivé. A Francfort-sur-Mein on utilise, aussi bien pour la ventilation des drains privés que pour celle des égouts publics :

1° Les tuyaux de descente d'eaux pluviales, partout où leurs extrémités supérieures ne se trouvent ni à proximité ni en contrebas des fenêtres d'une habitation, tels sont ceux des églises et de la plupart des édifices publics.

2° Les tuyaux de descente des water-closets dont le prolongement à la partie supérieure doit également se présenter dans les mêmes conditions.

Digitized by Google

En outre, pour empêcher toute émanation dans les quartiers élevés, on a construit deux tours de ventilation situées aux points hauts de la ville et on a utilisé également les cheminées de plusieurs usines.

Ces cheminées sont d'une utilité contestable, d'autant plus que le courant d'air, à l'intérieur des galeries souterraines, se produit généralement dans le sens du courant et par conséquent à l'inverse de l'appel procuré par les cheminées.

En résumé, d'après les expériences acquises, nous pensons, dans l'hypothèse d'un réseau bien établi, qu'il suffit, pour résoudre d'une façon très satisfaisante le problème de ventilation :

1° De faire usage de bouches munies de grilles et de réservoirs à sable déversant librement leur trop plein d'eau dans la galerie souterraine et de n'employer le siphon que pour des cas particuliers où cela sera jugé indispensable.

2° D'établir, à l'intérieur des galeries souterraines, un courant d'air continu dirigé de telle façon que les bouches servent de prises d'air. A cet effet, il y a lieu d'utiliser, comme moyens d'appel, les drains privés de tous les immeubles bordant la chaussée, particulièrement ceux des édifices publics, toutes les fois que ces drains, prolongés sur le toit jusqu'en haut du faîtage, se trouvent hors la proximité de fenêtres d'habitations voisines.

NÉCESSITÉ ET MOYENS D'ÉVITER LES DÉPOTS

Si on emploie, pour les égouts secondaires, le système anglais à sections circulaires réduites, il est évident qu'il faut absolument prendre les dispositions nécessaires pour y éviter tout dépôt, c'est-à-dire :

1° Faire usage de bouches avec réservoirs à sable,

2° Ne pas admettre davantage dans les drains privés de détritus lourds ou volumineux et cela en observant les prescriptions que nous avons énumérées en traitant cette question,

3° Donner aux égouts une pente d'au moins $0^{m}0003$ à laquelle correspond une vitesse de l'eau suffisante pour entraîner ce que les grilles et les réservoirs n'ont pu retenir,

4° Dans le cas d'insuffisance de pente ou d'eau impure, disposer, à l'amont, des réservoirs de chasse automatiques. Ceux-ci sont

Digitized by Google

également indispensables en tête de tous les égouts en cul-de-sac et, une fois installés, ils n'entraînent pour toute la ville qu'une faible dépense d'eau qui ne dépasse guère 3 à 4 litres par personne et par jour,

5° Enfin, par surcroît de précaution, on peut, à l'exemple de plusieurs villes, installer des regards là où des dépôts peuvent se former, c'est-à-dire aux jonctions des égouts.

S'agit-il d'égouts visitables?

Il y a un immense intérêt, tant au point de vue hygiénique qu'au point de vue des frais de curage, à éviter tout dépôt, au moins dans tous ceux d'ordre secondaire.

On ne peut arriver à ce résultat qu'en adoptant les dispositions précédemment indiquées. Il importe en outre : 1° d'augmenter légèrement les pentes et cela d'autant plus que la circulation d'eau est moins importante; 2° de faire la partie inférieure, réservée à l'écoulement des eaux ordinaires, d'autant plus concave et moins large qu'il devra y circuler moins d'eau et de telle façon que celle-ci puisse atteindre une hauteur de $0^{m}15$ au moins à plusieurs moments de la journée.

Pour les galeries secondaires, le seul mode de curage consiste à remonter sur la chaussée, par le regard le plus voisin et à l'aide de seaux, les sables et matières formant les dépôts. On comprend combien ce curage est malsain, onéreux, et même impraticable dès qu'il s'agit d'une grande ville surtout lorsque celle-ci admet les boues et graviers à l'égout.

A Paris, malgré un personnel important d'égoutiers d'environ 1,200 hommes et des dépenses énormes, qui vont tous les ans en augmentant, il est de nombreuses galeries qu'on n'arrive pas à maintenir libres de tout dépôt. Pour beaucoup d'entre elles, on ne procède au curage qu'une fois par semestre. Aussi en 1880, il a été constaté qu'un grand nombre d'égouts présentaient sur leur radier des dépôts de sable, plus ou moins vaseux, dont l'épaisseur variait de $0^{m}10$ à $0^{m}30$. En octobre de la même année, le dépôt des sables s'élevait dans le collecteur Marceau à $0^{m}80$ de hauteur et dans le collecteur des Coteaux à $0^{m}90$.

C'est là une situation fâcheuse des plus défavorables au drainage des eaux d'égout et qui, malheureusement, se présente plus ou moins dans toutes les villes de France.

Digitized by Google

Nous ne saurions trop insister sur la nécessité absolue d'un réseau d'égouts étudiés et établis d'une façon telle qu'il ne se produise aucun dépôt, au moins dans toutes les galeries secondaires.

S'il est impossible d'éviter les dépôts d'une façon absolue, il est indispensable de les limiter aux grands égouts.

En effet, s'il existe des moyens de curage assez expéditifs et pas trop onéreux pour les grandes galeries souterraines, il n'en est pas de même pour les petits égouts dont la longueur totale est de beaucoup supérieure à celle des grandes galeries. D'autre part, les dépôts, inadmissibles dans les égouts secondaires où ils peuvent séjourner plusieurs jours en désaffleurant le niveau des eaux ordinaires, présentent bien moins d'inconvénients, au point de vue hygiénique, dans les galeries principales où ils pourront être constamment recouverts et lavés par une eau courante.

On ne saurait donc hésiter à recourir aux dispositions décrites plus haut ; les dépenses premières supplémentaires qu'elles entraînent sont bien vite récupérées par la diminution des frais de curage qu'elles procurent.

Il est moins onéreux de retenir les détritus solides de la chaussée dans des réservoirs accompagnant les bouches d'égout, pour les emmener ensuite dans des tombereaux. De plus, l'hygiène du drainage des eaux impures se trouve gravement compromise par l'existence, sur les radiers des galeries souterraines, de dépôts de sable plus ou moins vaseux et persistants.

CURAGE DES ÉGOUTS

Dans les galeries principales, on est souvent limité pour la pente. Il peut se faire alors que les eaux n'aient pas une vitesse suffisante et déposent, surtout en temps ordinaire, une partie des matières solides qu'elles tiennent en suspension. Des curages périodiques deviennent alors nécessaires.

Lorsque la galerie n'est pas trop longue et donne sur une autre munie d'un curage automatique, on se contente de pousser les dépôts vers cette seconde galerie à l'aide d'un rabot en bois traîné à mains d'homme.

Pour ces mêmes galeries, on fait également usage d'un procédé semi-automatique. Ce procédé consiste dans l'emploi d'une vanne mobile que l'égoutier place successivement sur le parcours en se

Digitized by Google

dirigeant vers l'aval et à des distances assez rapprochées, pour que la vitesse atteinte par l'eau, en passant en charge sous la vanne, suffise pour déterminer l'entraînement des dépôts intermédiaires.

Pour les autres on a recours à des wagons-vannes. Ces appareils, entièrement en fer, consistent en une vanne présentant la forme de la cunette et suspendue, à l'aide de charnières, à un truc ou wagon à quatre roues roulant sur les rails qui bordent la cunette.

Un mécanisme simple, à vis oscillante, permet à l'égoutier de baisser ou de lever la vanne à telle profondeur que l'on veut dans la cunette.

Lorsque la vanne est à peu près à fond, l'eau s'élève en amont, passe violemment sous la vanne et par deux ouvertures qui y sont ménagées à la partie inférieure. Sous l'influence de la vitesse due à la charge, l'eau chasse devant elle les dépôts et le wagon s'avance de lui-même en suivant les dépôts au fur et à mesure de leur déplacement du côté de l'aval.

Il se forme un banc allongé en pente douce, qui ne se transporte pas de toutes pièces, mais qui voyage à la manière des dunes de sable.

Ces bancs parcourent en moyenne un kilomètre en 24 heures. Ils finissent par tomber dans l'un des grands collecteurs.

C'est pour Paris que l'ingénieur Belgrand a imaginé ce système appliqué depuis également à d'autres villes telles que Bruxelles.

Pour qu'il fonctionne bien il faut que l'eau soit assez abondante et que la cunette ait au moins $0^{m}80$ de profondeur.

Deux égoutiers sont attachés au service de chaque wagon-vanne.

Les grands collecteurs sont curés également, soit à l'aide des mêmes appareils, comme à Bruxelles, soit à l'aide de bateaux-vannes, comme à Paris.

Le fonctionnement de ce dernier appareil est le même que celui du précédent. Pour qu'il soit assuré il faut une cunette d'un mètre de profondeur au moins. A Paris il permet de procéder au curage de chaque grand collecteur deux fois par semaine.

Un autre curage, non moins ingénieux et basé sur le même principe, est celui des deux siphons de l'Alma. Il se fait à l'aide d'une sphère en bois d'un diamètre plus petit que celui des siphons. Cette sphère, introduite dans l'un d'eux, roule contre la paroisupérieure où elle est pressée naturellement par l'eau dont la densité est

Digitized by Google

plus grande que celle du bois. Les dépôts sont poussés vers l'amont, par l'eau qui passe violemment sous la sphère et sont ainsi transportés peu à peu à la sortie du siphon.

DÉTERMINATION DES SECTIONS A DONNER AUX ÉGOUTS

Deux choses sont importantes à connaître pour la détermination des sections d'une galerie souterraine : le cube des eaux d'égout proprement dites, puis celui que peut donner une pluie d'orage exceptionnelle. Au premier correspond la cunette, au second, la partie supérieure de la galerie.

Voyons comment on arrive à déterminer ces cubes.

1° CUBE DES EAUX D'ÉGOUT

Pour une galerie quelconque il comprend celui des égouts affluents, augmenté de celui provenant de la rue même desservie par la galerie en question. Le problème est donc borné à la détermination du cube des eaux impures fourni par une rue, cube comprenant les eaux provenant des maisons, celles de lavage de la rue, les eaux des fontaines et lavoirs publics, etc., etc., enfin celles employées pour les nettoyages ou chasses dans la galerie même.

Le cube des eaux provenant des maisons est proportionnel à leur population; on compte aujourd'hui une moyenne de 30 litres par habitant et par jour.

L'eau d'arrosage des chaussées ne fournit généralement rien à l'égout; cet arrosage étant fait le plus souvent à la lance ou au tonneau, la totalité de l'eau est absorbée par le sol ou s'évapore, sans couler à la surface de la chaussée.

Le lavage des chaussées, celui des caniveaux, les fontaines et lavoirs publics fournissent des cubes connus.

Enfin les eaux de nettoyage ou de chasse, directement employées dans une galerie, donnent un cube au moins triple de celui provenant des maisons et d'ailleurs essentiellement variable suivant la pente de l'égout et l'importance de la distribution d'eau de la ville.

En résumé toute l'eau de distribution après être entrée en ville à l'état pur, par une canalisation spéciale, s'en retourne chargée

Digitized by Google

de toutes les immondices qu'elle peut charrier, en suivant les galeries souterraines. Par conséquent si une ville peut disposer d'un cube d'eau, à raison de 150 litres par habitant par exemple, le débit d'un égout comprendra environ, outre la totalité des débits affluents, un volume d'eau impure égale au plus à autant de fois 150 litres qu'il y a d'habitants dans la rue desservie. En outre, le cas échéant, il y aura lieu de tenir compte des eaux fournies par les fontaines et lavoirs publics ou par des industries.

D'autre part il ne serait pas exact d'admettre que toute cette eau s'écoule d'une façon uniforme pendant les 24 heures de la journée. Il y a des heures où la dépense d'eau est beaucoup plus considérable qu'à tout autre moment et la nuit elle est toujours très-restreinte.

Or ce qu'il importe de connaître c'est évidemment l'afflux maximum, qui a lieu dans la matinée.

On peut admettre que ce dernier correspond au chiffre que l'on trouve en supposant une durée d'écoulement réduite de 24 à 6 heures pour la totalité de l'eau provenant des habitations.

QUANTITÉ D'EAU FOURNIE PAR UNE PLUIE EXCEPTIONNELLE

Une pluie ordinaire, par sa continuité, peut fournir des quantités d'eau abondantes; mais, par le fait de sa durée, le volume d'eau qu'elle envoie par seconde aux galeries souterraines, est toujours moins considérable que celui donné par une pluie d'orage exceptionnelle. Ce sont donc les fortes pluies d'orage, encore assez fréquentes dans nos pays, qu'il importe de bien connaître pour la détermination des sections à donner aux galeries souterraines.

A Paris le service municipal de construction des égouts admet que la pluie la plus intense fournit, par seconde et par hectare, un cube d'eau de $0^m,125$ et que la durée d'écoulement dans les galeries souterraines est trois fois plus grande que celle de la pluie.

Suivant nous ces bases de calcul doivent être modifiées.

Tout d'abord le chiffre de $0^m,125$ est trop petit. En effet il a été constaté, dans plusieurs villes, à Londres, à Dijon et à Paris même, plusieurs pluies d'orage, dans une même année, donnant jusqu'à $0^m,001$ d'eau et plus par minute et cela pendant une durée de 9 à 20 minutes, ce qui correspond à une quantité d'eau de $0^m,166$ au

Digitized by Google

lieu de $0^m,125$ par seconde et par hectare. On pourrait objecter que la différence représente les 40 pour cent de perte par évaporation, perte qui a été constatée dans le rendement des sources et dans le débit des eaux d'égout, au débouché du collecteur général. Cette objection ne serait point exacte car si, dans une pluie ordinaire, l'air, en se renouvelant et en se chargeant d'humidité, peut entraîner jusqu'à 40 pour cent de l'eau fournie par la pluie, il ne saurait en être de même dans le cas d'un orage où le renouvellement de l'air est relativement peu important pendant l'averse principale et où celle-ci est toujours précédée d'une pluie plus ou moins abondante qui a déjà saturé l'air d'humidité.

D'autre part s'il a été constaté que la durée d'écoulement, au débouché d'un collecteur général, est environ le triple de celle de la pluie, il n'en est plus de même au sujet des galeries secondaires pour lesquelles l'afflux des eaux pluviales, eu égard au perfectionnement des revêtements des cours intérieures et des chaussées, peut être beaucoup plus rapide. Il est donc prudent d'admettre, pour toutes les galeries autres que les collecteurs principaux, une durée moindre.

Enfin, dans la détermination des sections, il est également indispensable de tenir compte des dépôts, souvent difficiles à éviter d'une façon complète, ainsi que des installations de conduites d'eau de fils télégraphiques ou téléphoniques, de tubes pneumatiques, etc., etc., qu'en France au moins, il est d'usage de faire à l'intérieur des galeries, pour éviter de multiplier dans les rues ces tranchées toujours malsaines et si préjudiciables à la circulation.

On peut conclure des expériences de M. Bazin, Inspecteur des Ponts et Chaussées, que la diminution apportée par les causes énoncées ci-dessus, au débit total d'une galerie, est beaucoup plus importante que celle correspondant à la diminution de section produite par les mêmes causes.

Dans cette prévision, et en l'absence de toute autre donnée plus précise, on peut se contenter, pour le calcul de la section d'une galerie souterraine, d'augmenter le débit total trouvé, d'après ce qui précède, de 1/20 à 1/10, pour tenir compte de l'influence des dépôts, de 1/20 à 1/5 pour tenir compte des installations intérieures, enfin de 1/50 à 1/20, pour tenir compte des coudes et des jonctions des galeries tributaires.

Digitized by Google

Par raison d'économie, pour tous les égouts d'une certaine importance, il y a lieu, toutes les fois que les circonstances le permettent, de ménager des décharges à la rivière pour les eaux pluviales provenant d'orages.

CALCULS DES SECTIONS

Cela étant donné les sections peuvent se calculer ou mieux se vérifier, à l'aide de la relation

$$Q = \Omega U = \Omega \sqrt{\frac{Ri}{\beta}}$$

dans laquelle :

Q représente en mètres cubes et par seconde le débit total fictif trouvé d'après les considérations précédentes,

Ω la section totale de la galerie exprimée en mètres carrés,

U la vitesse moyenne exprimée en mètres,

R le rayon moyen, c'est-à-dire le rapport de la section Ω au périmètre mouillé X exprimé en mètres,

i la pente par mètre fixée pour la galerie et

β le coefficient de frottement de l'eau contre les parois intérieures de la galerie.

D'après les expériences de M. Bazin, les valeurs de β (pour les eaux de canaux et de rivière) sont exprimées de la façon suivante :

1° Cas des parois unies (en ciment lisse mêlé de sable)

$$\beta = 0{,}00019 \left(1 + \frac{0{,}07}{R}\right)$$

2° Cas des parois en maçonneries brutes simplement rejointoyées.

(Parois qui ne doivent se rencontrer que dans la partie supérieure des égouts visitables)

$$\beta = 0{,}00024 \left(1 + \frac{0{,}25)}{R}\right)$$

CAS DES ÉGOUTS VISITABLES SECONDAIRES

Lorsqu'il s'agit d'égouts visitables secondaires, les conditions de viabilité intérieure amènent à donner aux galeries une section largement suffisante pour l'écoulement des eaux provenant d'une forte

Digitized by Google

pluie d'orage. Il n'y a lieu alors que de se préoccuper de la forme à donner au radier.

Celui-ci doit présenter des parois très lisses, une section concave et une largeur réduite telle que les eaux ordinaires y circulent sur une hauteur de 0m,10 à 0m,15, au moins, au moment du grand afflux, qui a lieu le plus souvent dans la matinée.

Il peut arriver que les matériaux servant à la construction, ou toute autre cause, amènent à donner à la galerie une largeur beaucoup plus grande que celle trouvée pour la section des eaux impures en temps ordinaire. Dans ce cas il convient, pour faciliter la circulation intérieure, de conserver une largeur suffisante à la partie inférieure de la galerie et d'y pratiquer, sur l'un des côtés ou au milieu, une sorte de cunette, pour conserver à l'écoulement des eaux impures ordinaires la section réduite voulue.

Pour la construction de ces petites cunettes on peut employer avec avantage des poteries en grès vernissé dont la coupe verticale a la forme d'un V. Ces poteries, posées à bain de mortier de ciment, conviennent très bien et procurent les avantages des conduites en grès qui sont : plus grande facilité de circulation des eaux sans dépôt et plus grande efficacité des chasses d'eau.

Toutes les cunettes, quelle que soit l'importance de la galerie dont elles dépendent, doivent présenter une section suffisante pour ne jamais déborder en dehors des cas de pluie.

RÉSERVOIRS DE CHASSE D'EAU

Nous avons déjà dit qu'une des conditions importantes à réaliser, pour assurer la salubrité de l'habitation et de la ville, est d'éviter les dépôts prolongés de matières organiques soit dans les drains privés soit dans les égouts municipaux. On ne peut obtenir ce résultat qu'au moyen de lavages suffisamment énergiques.

Mais ces lavages ne peuvent s'effectuer sans discontinuité, d'une part, parce que la quantité d'eau dont on dispose est limitée par les ressources de la distribution et, d'autre part, parce qu'il y a intérêt à ne pas augmenter outre mesure le volume des eaux à épurer et par suite celui des eaux employées. Ne faut-il pas dépenser pour avoir cette eau? Ne faudrait-il pas encore dépenser pour l'épurer,

Digitized by Google

une fois chargée de matières organiques, et cela proportionnellement à son cube ?

On se trouve donc conduit naturellement, par ce double motif, à recourir à des lavages intermittents. A cet effet le filet d'eau dont on dispose s'accumule dans un réservoir d'une certaine capacité, en rapport avec l'importance de la conduite à laver. A un certain moment le contenu de ce réservoir se vide dans la conduite de manière à fournir, pendant un temps très court, un courant d'eau très fort qui chasse ou entraîne avec lui toutes les matières qu'il rencontre sur son passage.

Ce procédé de lavage, par écoulements intermittents, se trouve réalisé très simplement par les appareils de chasse d'eau.

Ces appareils devant se trouver placés, le plus souvent, au-dessous du sol, près des conduites à desservir, ne peuvent être surveillés à tout instant. Il est donc essentiel que leur fonctionnement soit assuré aussi bien que possible.

Un bon appareil ne doit donc pas présenter, dans sa construction, d'organes compliqués ou délicats exposés à des détériorations et constituant, par suite, autant de chances d'arrêt.

A ce point de vue l'emploi du siphon se trouvait naturellement indiqué; aussi le trouve-t-on utilisé dans un certain nombre d'appareils de chasse qui sont entrés, depuis plusieurs années, dans la pratique. Tels sont les appareils ordinaires en grès de Doulton, celui métallique de Field, etc., etc. Le grand avantage du siphon c'est qu'il permet de vider rapidement, à un moment donné, un réservoir sans l'intervention d'organes d'obturation mobiles qui, comme les vannes ou les soupapes, peuvent donner lieu à des dérangements ou à des fuites. Mais pour qu'un siphon ait un fonctionnement assuré, quel que soit le mode de remplissage du réservoir, il doit être complété par certaines dispositions additionnelles.

Ainsi il est essentiel que, dès le début, l'écoulement se fasse à pleine section, de manière à éviter le débit en pure perte d'une partie de l'eau du réservoir de chasse.

Lorsque le réservoir est alimenté par un filet d'eau d'une section comparable au diamètre du siphon, l'amorçage s'obtient sans difficulté. Mais, le plus souvent, l'alimentation se fait par un mince filet. Dans ce dernier cas l'eau du réservoir, lorsqu'elle atteint un certain niveau, commence à se déverser dans la longue branche du

Digitized by Google

siphon, sans déterminer immédiatement l'écoulement à pleine section qui est le résultat à obtenir. Cet inconvénient peut devenir très prononcé si le rebord du siphon, à sa partie supérieure, n'est pas dans un plan rigoureusement horizontal. D'un autre côté l'amorçage peut encore être retardé par la difficulté d'expulser instantanément, au moment opportun, l'air contenu dans le siphon.

Ces inconvénients se présentent, à un degré plus ou moins prononcé, dans les différents appareils à siphon ordinaires en grès ou même du type Field.

Nous allons passer en revue successivement un appareil du type Field, puis ceux perfectionnés de Doulton et enfin ceux de Geneste, Herscher et Cie.

Disons en passant que, généralement, les appareils de chasse destinés à l'habitation sont logés dans un bac en tôle et que ceux destinés aux égouts le sont dans une cuve en maçonnerie.

Ayant déjà étudié les premiers, nous ne nous occuperons ici que des seconds.

RÉSERVOIR DE CHASSE AUTOMATIQUE FIELD

Dans le but de faciliter la formation de la trompe, la partie supérieure de la grande branche du siphon a été munie d'un ajutage conique rentrant. Mais, comme il est facile de s'en assurer, l'amorçage ne peut se faire régulièrement qu'autant que l'arête du biseau de cet ajutage est tranchante et qu'elle se trouve établie dans un plan bien horizontal. Cette disposition est très simple mais elle exige une très grande précision dans l'exécution et dans la pose. Il est évident d'ailleurs que, en supposant même la pose bien faite, il suffit d'un simple tassement, dans la maçonnerie qui supporte l'appareil, pour produire un léger dévers du rebord et rendre ainsi le fonctionnement de l'appareil imparfait.

Ces inconvénients n'existent pas dans les réservoirs de chasse perfectionnés de Doulton ou de Geneste, Herscher et Cie.

RÉSERVOIR DE CHASSE AUTOMATIQUE, SYSTÈME DOULTON

Le réservoir de chasse automatique, système Doulton, se com-

Digitized by Google

pose de différentes parties fixes : un bac, un siphon avec cuvette de retenue à la base, une cloche recouvrant la branche du siphon et fixée par trois pattes au fond du bac, un tube régulateur et enfin un siphon d'amorçage.

Les niveaux de retenue à l'intérieur de la cloche et dans la cuvette sont constants.

Le réservoir est alimenté par un robinet, plus ou moins ouvert, débitant une quantité d'eau proportionnée à l'intervalle entre chaque chasse.

Lorsque l'eau d'alimentation commence à monter dans le bac, elle monte également à l'intérieur de la cloche, grâce à un petit tube d'une longueur réglée et qui permet à l'air de la cloche de s'échapper.

Lorsque le niveau de l'eau, en montant, a dépassé l'orifice inférieur du petit tube, l'air contenu dans la cloche ne peut plus s'échapper, il se comprime de plus en plus jusqu'au moment où la pression devient assez forte pour que l'eau contenue dans le petit siphon s'écoule et en sorte complètement.

A ce moment, l'air de la cloche trouvant une issue, le niveau de l'eau s'élève à son intérieur et y atteint, sans résistance, le niveau de l'eau dans le bac. Alors le déversement de l'eau s'opère à pleine section dans l'entonnoir formant siphon avec la cloche et détermine l'amorçage dudit siphon.

A l'intérieur de l'entonnoir le petit siphon d'amorçage se termine en haut par une sorte de pomme d'arrosoir qui laisse passer suffisamment d'eau pour amorçer à nouveau ce petit siphon.

Pendant que le bac se vide l'air peut rentrer dans la cloche par le petit tube d'aération dont nous avons déjà parlé.

Le filet d'eau d'alimentation coulant toujours, le même phénomène se reproduit après un laps de temps déterminé.

APPAREIL DE CHASSE AUTOMATIQUE DE GENESTE, HERSCHER ET Cie

Cet appareil fonctionne très bien ; en voici la description telle qu'elle est donnée par les inventeurs.

Description. — L'appareil comprend essentiellement :

1° Un siphon avec une cuvette de retenue d'eau à la base,

Digitized by Google

2° Un dispositif d'amorçage ou détendeur placé extérieurement et à la base du siphon,

3° Un tube régulateur contournant la cloche du siphon et venant, par une de ses branches, communiquer avec le canal d'évacuation du réservoir.

Le dispositif de détente est formé d'un récipient muni d'un plongeur. Ce récipient, greffé extérieurement sur la branche du siphon avec laquelle il communique par un petit orifice, est constamment immergé dans le liquide obturateur de la cuvette.

Le tube régulateur est le complément du dispositif de détente. C'est grâce à lui que la compression de l'air du siphon atteint sa valeur limite, lorsque le réservoir de chasse se trouve rempli au niveau voulu.

Un tube vertical, traversant le réservoir dans toute sa hauteur, est destiné à mettre la cuvette en communication directe avec l'atmosphère, dans le cas où l'aval du siphon risquerait d'être noyé.

Fonctionnement. — Pendant l'opération de remplissage du réservoir, lorsque le niveau de l'eau est arrivé à la hauteur de la communication latérale du tube régulateur avec la cloche du siphon, un volume d'air déterminé se trouve emprisonné et se comprime graduellement, pendant que s'achève l'alimentation du réservoir.

Des dénivellations s'établissent et s'accentuent progressivement entre les niveaux du liquide à l'intérieur des branches du siphon.

La surface du liquide, à la partie inférieure du siphon, finit par atteindre, dans son mouvement de descente, le niveau inférieur du tube plongeur dépendant du dispositif d'amorçage. A ce moment l'air comprimé du siphon pénètre dans ce tube et s'échappe brusquement dans l'atmosphère en chassant la colonne d'eau, dont la hauteur sert précisément à limiter le maximum de la compression.

Par suite de cette détente de l'air comprimé l'équilibre des pressions se trouve rompu et la pression atmosphérique se rétablit subitement à l'intérieur. Le niveau de l'eau, dans la cloche du siphon, tend donc immédiatement à remonter à la hauteur du liquide dans le réservoir de chasse. Mais, comme le niveau de ce liquide est plus élevé que celui de la cloche, il en résulte que l'eau déborde à flots dans la branche du siphon et forme une véritable cataracte, en entraînant l'air contenu dans cette branche. L'amorçage se trouve ainsi déterminé d'une manière instantanée.

Digitized by Google

Pendant l'écoulement l'air extérieur ne peut pas rentrer dans le siphon; c'est le tube régulateur qui permet à la pression atmosphérique de se rétablir. Aussi convient-il de donner à ce tube un diamètre assez grand pour que la pression se rétablisse très rapidement; de plus, on fait disparaître ainsi les chances d'engorgement.

Le tube régulateur a encore pour effet de maintenir très sensiblement constant le volume d'air emprisonné dans le siphon, lorsqu'il y a inondation à l'aval. L'appareil n'est donc jamais déréglé et le fonctionnement naturel des chasses reprend de lui-même, dès que l'inondation a disparu.

Ainsi que nous l'avons déjà dit plus haut, les grands réservoirs de chasse pour le lavage des égouts ou des grandes conduites sont en maçonnerie et l'appareil proprement dit seul est métallique.

La maison Geneste, Herscher et Cie fabrique également, d'après les mêmes principes, des appareils de petites dimensions, employés dans les habitations particulières, pour le lavage des urinoirs, des cuvettes de cabinets d'aisances, etc. Ici les appareils sont logés dans des réservoirs en tôle ou en fonte.

Dans ce cas, comme l'aval du siphon ne peut jamais être noyé et qu'il se produit, pendant la chasse, une succion qui tend à augmenter le débit du siphon, on supprime le tube régulateur et on se contente de percer la cloche d'un petit trou à hauteur convenable en contrebas du dessus de la branche verticale du siphon. Cette petite ouverture est recouverte d'une crépine à mailles très fines, qui a pour but de retenir les matières ou objets solides contenus accidentellement dans l'eau. Un petit tube, traversant le réservoir dans toute sa hauteur, laisse rentrer l'air dans la cuvette de retenue, à la fin de la chasse, et permet de rétablir ainsi rapidement la pression atmosphérique dans cette cuvette. Cet appareil, comme le précédent, est d'une installation très facile; il n'exige aucune précaution spéciale pour la pose et n'est exposé à aucun dérangement pendant sa marche.

DES ODEURS

Nous avons vu que les égouts, lorsqu'ils sont établis convenablement, ne donnent lieu qu'à peu ou point d'odeur; « leurs boues

Digitized by Google

elles-mêmes ne laissent pas dégager d'hydrogène sulfuré tant que l'atmosphère des vaisseaux renferme de l'oxygène (1). »

Quelles sont donc les origines des mauvaises odeurs qui infectent l'atmosphère d'une ville, particulièrement pendant les grandes chaleurs ?

Elles sont nombreuses : les unes existent à l'intérieur même des villes, les autres à l'extérieur.

A l'intérieur des villes on peut citer, tout d'abord, comme causes permanentes d'infection, les cabinets communs et les plombs privés d'eau, où viennent se déverser tous les débris de nombreux ménages, les tuyaux d'évent des fosses, les déjections des animaux qui parcourent les rues, les débris de toute sorte qui séjournent sur les chaussées, certaines industries tolérées à l'intérieur des villes, enfin les puisards à eaux ménagères et les fosses d'aisances, même étanches, qui infectent non seulement l'atmosphère, mais le sol et l'eau. Comme causes non permanentes, on peut citer les opérations de vidange des puisards et des fosses.

A l'extérieur des villes les origines des mauvaises odeurs dont peuvent souffrir les habitants, même de l'intérieur, sous l'influence de certains vents, sont les dépotoirs et les usines où l'on traite les matières de vidange et un certain nombre d'usines de produits chimiques.

Dans toutes les villes importantes et où la population est condensée, les mauvaises odeurs se font vivement sentir surtout par les temps lourds et les grandes chaleurs. En France elles provoquent de nombreuses plaintes chaque été, on s'en émeut, on nomme des commissions et généralement on en reste là. Ces mauvaises odeurs peuvent cependant exercer une influence des plus fâcheuses sur l'état sanitaire.

Nous avons dit d'où venait le mal. Voyons comment on peut y remédier.

Pour les causes provenant des immondices produites dans la vie journalière, le remède, nous l'avons déjà dit, réside dans une distribution d'eau suffisante, employée d'une façon judicieuse, dans la création d'un réseau complet de voies souterraines, suivant les principes précédemment indiqués, dans le balayage et l'enlèvement

(1) Rapport Brouardel, page 48, rapport de la Commission de 1880.

Digitized by Google

journalier de tous les détritus solides de la maison ou des chaussées publiques et que l'on ne peut projeter à l'égout.

Il faut, et la chose est des plus réalisables, avoir de l'eau dans chaque maison, dans chaque cabinet. Il faut que chaque orifice d'évacuation soit muni, pour éviter le retour des mauvaises odeurs, d'un siphon dont l'usage a été rendu obligatoire dans la plupart des villes d'Angleterre et d'Allemagne. Il faut, comme conséquence forcée d'un large emploi d'eau, la suppression des puisards et des fosses, les vidanges à l'égout, en un mot, l'application la plus large du « tout à l'égout » qui, du même coup, entraînera la suppression des dépotoirs et usines à traitement des matières de vidange.

Dès lors il ne reste plus comme foyers réels d'infection, contre lesquels il peut y avoir à se prémunir, que certaines industries et fabriques de produits chimiques, Or l'administration est suffisamment armée pour prescrire, soit leur éloignement des villes, soit telles mesures qui paraîtraient nécessaires.

A ce sujet, disons qu'on ne peut considérer comme insalubres celles de nos industries (1) dans lesquelles on brûle du soufre en petites quantités. Les vapeurs d'acide sulfureux qu'elles lancent dans l'air assainissent l'atmosphère en détruisant la majeure partie des substances organiques qu'il peut contenir et en arrêtant toute fermentation.

Il en est de même pour les usines à gaz ; on lit, en effet, dans un mémoire de M. Henri Sainte-Claire Deville à l'Académie des sciences (20 septembre 1880), sous le titre d'*Odeurs de Paris :*

« Les fuites de gaz d'éclairage dans le sous-sol des rues, et dont l'importance atteint parfois jusqu'au dixième du volume du gaz qui circule dans les tuyaux, donnent lieu à une faible odeur d'hydrogène sulfuré qui n'est pas plus nuisible que l'atmosphère des eaux minérales sulfureuses, et à une odeur de produits empyreumatiques, qui est aussi saine que l'atmosphère environnant les gazomètres, autour desquels on envoie respirer les enfants atteints de certaines maladies épidémiques ou contagieuses, la coqueluche, par exemple.

« On peut même ajouter que ces fuites constituent un assainissement très sérieux du sous-sol des voies publiques où elles se produisent ; en effet elles entraînent avec elles du goudron ou coaltar,

(1) Fabriques de bleu d'outremer, souffroirs à houblon, etc.

Digitized by Google

matière antiseptique employée efficacement en chirurgie pour assainir les plaies et empêcher l'infection des hôpitaux ; de plus, l'acide phénique qu'il contient arrête les fermentations et détruit les germes les plus dangereux. »

Cette dernière assertion a été reconnue inexacte à la suite de travaux de M. Pasteur et de bien d'autres savants. Mais on peut dire que la présence de cet acide phénique, dans le sous-sol des rues ainsi que dans l'atmosphère de nos voies publiques, rend ces milieux moins aptes à la propagation des germes.

Les fuites de gaz, dans le sous-sol des chaussées, provenant de la canalisation, peuvent porter un préjudice sérieux aux plantations urbaines et amener des explosions dont les résultats sont toujours désastreux tant pour les habitants que pour les constructions. Il y a donc tout intérêt à les faire disparaître ; nous reviendrons sur cette question en traitant des plantations urbaines.

Digitized by Google

CHAPITRE VI

SOL

HUMIDITÉ, OSCILLATIONS VERTICALES D'UNE NAPPE VOISINE

Nous avons, en traitant de l'habitation, examiné les différentes natures du terrain au point de vue hygiénique; voyons maintenant l'influence due à l'eau contenue dans le sol.

Humidité. — Depuis longtemps il a été reconnu que les sous-sols humides sont des plus malsains, que les quartiers bas des villes, soumis à cette cause d'insalubrité, présentent de nombreux cas de phtisie et de fièvre typhoïde. Partout où l'on a pu faire disparaître l'humidité, les décès dus à ces dernières maladies ont diminué dans la proportion de 40 %.

On conçoit facilement qu'une humidité persistante, jointe à un accès plus ou moins facile de l'air, soit favorable à la décomposition des matières organiques contenues dans le sol et transforme alors ce dernier en un milieu des plus propices au développement des germes de toute nature. Le sol humide est le véritable lieu de conservation des germes et, parfois, le milieu le plus favorable à leur évolution et à leur pollution.

Nappe. Une nappe voisine du sol est des plus malsaines lorsqu'elle est stagnante. En effet le renouvellement de l'air ne peut s'y faire que d'une façon incomplète, alors que les matières organiques provenant du sol continuent à y affluer. Ces matières organiques sont donc forcément soumises à une décomposition putride favorable à l'éclosion des fièvres.

La nappe est-elle mobile? Elle renouvelle plus facilement son oxygène, au fur et à mesure que celui-ci est absorbé par les matières organiques qu'elle contient. D'autre part elle présente le précieux avantage de nettoyer le sous-sol en entraînant une partie des impuretés qu'il renferme.

Digitized by Google

Oscillations verticales d'une nappe voisine. Plusieurs savants allemands ont étudié l'influence, au point de vue hygiénique, des oscillations verticales d'une nappe voisine du sol. Voici ce que nous lisons à ce sujet dans les *Eléments d'hygiène*, par M. Arnould (1).

« Une nappe trop voisine du sol peut exercer une influence fâcheuse, mais ce n'est pas tant la proximité de la nappe qui a de l'importance que ses oscillations verticales.

« En effet les couches du sol absolument noyées et inaccessibles à l'air ne permettent pas, ou n'admettent que difficilement, le travail de putréfaction des matières organiques. Les médecins légistes savent, par exemple, que les cadavres se conservent beaucoup plus longtemps dans l'eau qu'exposés à l'air. De même, si l'air est parfaitement sec, la décomposition peut être indéfiniment retardée. Il en résulte que, de la part du sol, l'état le plus favorable aux fermentations organiques dans son intimité, est celui que nous avons appelé *humide*, c'est-à-dire qui permet le conflit de l'eau et de l'air sur les matières organiques que le sol a reçues.

« De là l'importance des oscillations de la nappe souterraine.

« Si, après avoir été très élevée, c'est-à-dire voisine de la surface et faisant obstacle à la fermentation dans les couches les plus riches en détritus organiques, elle se met à descendre, il est clair qu'elle laisse le sol humide et qu'en même temps elle est remplacée par de l'air. Qu'elle soit, au contraire, très basse dans un temps prolongé, les couches superficielles se dessèchent, ne possèdent que de l'air et par conséquent sont salubres ; mais si l'eau souterraine vient à remonter, le sol au-dessus se mouille de nouveau et quoique salubre au temps de la submersion, reprend l'humidité nécessaire à la putréfaction pour le moment où la nappe s'abaisse de rechef.

« Ce n'est, dit Pettenkoffer, ni le sol poreux en soi, ni la nappe souterraine seule, qui ont de l'importance vis-à-vis du développement des épidémies cholériques ; la circonstance déterminante, ce sont les alternances de niveau de cette nappe, les inondations souterraines. L'épidémie de 1854 à Munich et celle de 1855 à Zurich et ailleurs ont été précédées d'une énorme élévation du niveau de l'*eau tellurique* (2).

(1) Médecin principal de l'armée, professeur à la Faculté de Lille. *Eléments d'hygiène*. Paris, 1881.

(2) Nappe souterraine (Grundwaser).

Digitized by Google

« Il va de soi que l'auteur n'attribue pas une influence directe et mystérieuse à ces oscillations mêmes ; celles-ci agissent en humectant les détritus organiques de provenance humaine dont le sol est imprégné, non seulement sous les habitations en maçonnerie de nos villes et de nos villages, mais sous les tentes des troupes en expédition, autour des baraques et des boutiques improvisées où s'abritent et se fournissent les ouvriers employés aux grands travaux publics, et même aux lieux de campement de caravane de pèlerins, dans la traversée du désert. La souillure dangereuse, dans le cas présent, est la dispersion ou la pénétration dans le sol des excréments humains. Le moment redoutable est celui où, à une ascension considérable du niveau de l'eau souterraine, succède un abaissement qui laisse derrière lui l'humectation et fait appel à l'air extérieur. C'est dans le sol d'alluvion que ce phénomène est le plus facile et le plus commun. Même dans l'Inde, il semble présider aux réveils épidémiques de l'endémie dont cette contrée a le fâcheux privilège.

« La théorie de Pettenkofer obtint rapidement une grande vogue; des objections ayant été soulevées par Virchow, l'auteur s'expliqua par l'hypothèse qu'on peut résumer ainsi : il y a lieu de distinguer le *germe* du *poison* cholérique ; le premier se trouve chez le malade et dans ses selles : il est inoffensif. Pour devenir poison et être capable d'infecter un sujet sain, il a besoin d'accomplir une nouvelle phase de son existence, hors de l'homme, dans un milieu approprié. Le meilleur milieu est le sol souillé d'immondices et dans lequel l'air et l'eau se rencontrent.

« Le docteur Buhl relevant, mois par mois, de 1855 à 1866 les cas de typhoïsants morts à l'hôpital de Munich, constata que les plus bas niveaux de la nappe (Grundwaser) coïncidaient avec les chiffres les plus hauts de la mortalité typhoïde et, inversement, que les niveaux les plus élevés de la nappe souterraine se rencontraient avec les chiffres les plus faibles du typhus abdominal. Buhl en concluait simplement que le principe spécifique de la fièvre typhoïde est dans le sol ; mis à nu quand la nappe plonge, il serait recouvert par elle quand elle remonte. Ce qui est incontestable, c'est que plus la chute de la nappe souterraine est rapide, profonde et durable, plus riche est la quantité de substances organiques putrides, qui sont mises en liberté dans le sol ; réciproquement, plus son ascen-

Digitized by Google

sion est rapide, puissante et prolongée, plus il y a de ces matières recouvertes et submergées. »

Pettenkofer en étant trop absolu dans sa théorie est allé trop loin : il y a des cas de transmissions directes de fièvre typhoïde et de choléra, ce qui atteint sa théorie de germe d'abord à l'état inoffensif puis à l'état de poison. Mais les faits de l'influence des oscillations verticales de la nappe assez voisine du sol n'en restent pas moins acquis et sans en rechercher l'explication finale, travail qui incombe aux savants, on doit en tirer la conclusion suivante : pour mettre les habitants d'une localité à l'abri de l'influence fâcheuse d'une nappe trop voisine et de ses oscillations l'ingénieur doit chercher à abaisser le niveau supérieur de la nappe et à restreindre ses oscillations verticales, par tous les moyens possibles. Les principaux sont : l'abaissement du lit des rivières dans leur traversée de la ville et un drainage énergique du sous-sol.

DRAINAGE DU SOUS-SOL

Les égouts et particulièrement les égouts visitables, lorsqu'ils sont établis à une grande profondeur, constituent un véritable drainage, les eaux du sol trouvant un écoulement relativement facile le long des parois de ces galeries souterraines.

Il ne faut pas, comme on l'a fait à Saint-Etienne et à Nuremberg par exemple, construire à dessein en matériaux perméables la partie supérieure des égouts, dans la pensée que l'eau du sol pourrait y filtrer sans que le canal fût jamais assez plein pour que le liquide intérieur filtrât de dedans en dehors. Cette disposition est mauvaise ; par les averses, il y a une issue dans le sol des liquides de l'égout. Au contraire avec les canaux étanches, le drainage du sol se fait sûrement le long des parois extérieures. Il se passe même un phénomène singulier de diffusion dont nous avons déjà parlé, que Wibel a expliqué et par suite duquel l'eau du sol filtre réellement, du dehors au dedans, sans que le contraire puisse avoir lieu.

Si l'on se trouve en présence de quantités d'eau assez considérables, le drainage procuré par les galeries souterraines peut être complètement insuffisant. Il y a lieu alors d'en créer un véritable de façon à maintenir, en tout temps, le niveau supérieur de l'eau

Digitized by Google

à plusieurs mètres en contre-bas du sol des chaussées et, si possible, en contre-bas également du sol des caves.

Pour enlever les eaux amenées par ce drainage, on ne peut se servir des égouts, qu'autant que ceux-ci sont disposés à une profondeur telle que les eaux d'égout, dans aucun cas, ne puissent refluer dans les drains du sous-sol.

Aussi, la plupart du temps, il faut poursuivre les drains soit jusqu'à la rencontre d'une galerie suffisamment profonde soit, en cas d'impossibilité, jusqu'à une sorte de réservoir d'où les eaux recueillies pourront être reprises par une pompe et déversées dans une galerie souterraine.

Les drains employés doivent être perméables et garantis autant que possible contre la pénétration des racines d'arbres.

Enfin lorsqu'il y a, sous la ville, une véritable nappe avec un sol très perméable, comme du gravier, les drains ordinaires ne sauraient suffire et souvent le problème est difficile à résoudre. Cependant si la ville est traversée par un ruisseau ou une rivière relativement peu importante et suivant la même direction que la nappe, ce qui a lieu le plus généralement, on peut encore arriver à maintenir le niveau supérieur de la nappe dans certaines limites, soit en détournant le cours de la rivière hors de la ville et en approfondissant le lit au droit de celle-ci soit, dans le cas d'impossibilité de détourner le cours de la rivière, en régularisant celui-ci à l'intérieur de la ville et en approfondissant son lit.

Nous verrons plus loin que, lorsqu'un ruisseau, ou une rivière relativement de peu d'importance, traverse une ville, si on ne peut en détourner le lit, on est amené forcément, pour cause de salubrité, à voûter le cours d'eau dans toute sa traversée.

Substituant alors un canal en maçonnerie et régulier à un lit naturel et irrégulier, il est facile, à l'amont surtout, de baisser notablement le niveau du radier, en réduisant la pente sur toute la longueur du parcours jusqu'à la sortie de la ville et au delà si besoin en est.

Nous avons appliqué ce système, avec un succès complet, à Dijon, et préservé d'inondations fréquentes les caves de tout un quartier de la ville (Quartier Saint-Nicolas).

Mais nous ne saurions trop insister sur ce point que, dans le cas d'une humidité persistante due plutôt au peu de perméabilité du

Digitized by Google

sous-sol qu'à une abondance d'eau, l'établissement seul des galeries souterraines visitables, établies à une profondeur telle que leurs radiers soient en contre-bas du sol des caves riveraines, suffit le plus souvent à drainer le sous-sol. Nous avons été souvent à même de constater que les galeries établies à une grande profondeur, outre qu'elles permettent de résoudre, d'une façon plus facile, la question d'évacuation des résidus liquides des maisons, procurent en même temps, par le fait des terres remuées pour leur construction et dont la perméabilité peut au besoin être accrue par une couche de gros gravier disposé tout autour, un drainage réel du sous-sol, susceptible même d'abaisser le niveau d'une nappe peu puissante.

DES VOIES PUBLIQUES

TRACÉ — LARGEUR — NIVEAU

Les questions relatives au tracé, à la largeur et au niveau des rues ne sont pas indifférentes à l'hygiène publique d'une ville.

Des voies larges, divisant celle-ci en un certain nombre d'îlots d'égale importance, sont tout aussi utiles à son aération qu'à la facile circulation de ses habitants.

La largeur doit toujours être assez grande pour permettre à l'air et à la lumière de pénétrer partout. Toutefois cette nécessité s'impose de moins en moins au fur et à mesure qu'on se rapproche du midi. Les anciens quartiers de la plupart des villes du littoral de la Méditerranée présentent des rues excessivement étroites et tortueuses, bien que les maisons y aient été construites à 3, 4 et même 5 étages. Cet usage a été motivé, dans le principe, par les nécessités de la défense et ensuite par plusieurs raisons, entre autres par le besoin de se soustraire aux grandes chaleurs du soleil d'été ainsi qu'aux vents violents qui règnent sur tout le littoral à certaines époques de l'année. Malheureusement on est allé beaucoup trop loin dans cette voie; on en a reconnu les graves inconvénients. Aussi, depuis près d'un siècle, on a augmenté progressivement la largeur des rues et

Digitized by Google

on a cherché à obtenir les mêmes avantages, sans sacrifier l'aération et la lumière naturelle, si indispensables à l'hygiène.

Aujourd'hui, beaucoup de municipalités ont une tendance à imiter ce qui s'est fait à Paris depuis une quarantaine d'années, c'est-à-dire à créer de larges boulevards, rectilignes sur une grande longueur et à exiger des riverains des conditions de hauteur et de saillie pour leurs constructions. Or il n'y a rien de plus monotone et fatiguant que la symétrie kilométrique observée dans toutes les voies larges construites avec cet esprit. L'hygiène publique et la facilité d'une grande circulation n'exigent qu'une chose : une largeur suffisante pour la rue. Tout le monde se plait à circuler sur les anciens boulevards de Paris agrandis, parce qu'à chaque pas le point de vue change ; les riverains eux-mêmes n'y éprouvent pas cet ennui causé par un alignement se prolongeant au delà de la portée des yeux et qui ne les garantit pas des vents violents dirigés dans le sens de la voie publique.

Les rues non rectilignes ont en effet cet avantage de couper les vents et c'est certainement en partie pour ce même motif que, dans la plupart des villes anciennes, les rues sont rarement situées en prolongement direct l'une de l'autre, surtout lorsque leur direction est celle des vents régnant dans la localité.

Niveau. — Lorsqu'il s'agit d'aménager de nouveaux quartiers, il y a un grand intérêt à tenir le niveau des nouvelles chaussées le plus haut possible surtout si, dans ces quartiers, la nappe d'eau est voisine du sol. C'est en effet un des moyens de donner aux égouts le maximum de pente et de soustraire le sol aux influences fâcheuses des fluctuations du niveau de la nappe d'eau.

CHAUSSÉES

HISTORIQUE

Autrefois les voies publiques n'avaient point de revêtement ; aussi étaient-elles toujours recouvertes d'épaisses couches de boue qui, n'étant jamais enlevées, s'accumulaient les unes sur les autres. On les retrouve aujourd'hui en faisant des tranchées et par leur épais-

Digitized by Google

seur totale, elles peuvent donner la mesure de l'ancienneté de la rue.

C'est sous Philippe-Auguste qu'on commença à paver les rues de Paris. La circulation fut grandement améliorée, mais la salubrité de la chaussée gagna peu à ce premier progrès. En effet il n'y avait alors qu'un caniveau situé au milieu de la voie publique ; les voitures, en circulant, répandaient partout la boue et l'eau du caniveau et entretenaient ainsi, sur toute la surface, une boue et une humidité persistantes. Le revêtement étant imparfait et sans grand entretien, laissait pénétrer dans le sous-sol, par les vides, des eaux chargées de matières organiques, tout en s'opposant, en grande partie, à l'accès de l'oxygène nécessaire à son assainissement. L'air ne peut arriver, en effet, dans le sous-sol que par le fait de son aération ou de la pénétration facile des eaux pluviales, toujours plus ou moins chargées d'air en dissolution.

La substitution des chaussées bombées aux chaussées précédentes (vers 1830) apporta une grande amélioration. Les caniveaux étant situés hors le passage ordinaire des roues de voitures, les boues et les liquides, recueillis par eux, ne sont plus sujets à être répartis sur la chaussée par la circulation ; de plus les matières solides qui y sont amenées peuvent être enlevées plus facilement.

Mais on n'avait pas encore obtenu l'imperméabilité de la chaussée et les eaux impures continuaient à pénétrer dans le sous-sol et à l'infecter. Les joints des pavés se remplissent, en effet, d'une matière grasse, peu perméable aux eaux pluviales ordinaires et colorée en noir par des oxydes au sulfure de fer ayant une très grande affinité pour l'oxygène. Dès lors l'eau et l'air, les deux véhicules ordinaires de l'oxygène au bout de quelques mois d'usage d'une chaussée pavée, ne peuvent, pour ainsi dire, plus traverser le revêtement. D'autre part la majeure partie de l'oxygène, qui pourrait néanmoins arriver au sous-sol, est retenue par les substances diverses contenues dans les joints mêmes du pavage. Il en résulte que des matières organiques s'accumulent à la longue dans le sous-sol, y subissent une décomposition lente et constituent bientôt un foyer propice à la propagation des germes de toute nature.

C'est la raison pour laquelle toutes les tranchées, particulièrement dans les anciennes voies publiques, sont si éminemment malsaines.

Digitized by Google

Pour parer à l'infection du sous-sol, il est donc indispensable de recourir à des revêtements imperméables.

A ce point de vue l'usage du macadam doit tendre à disparaître pour nos voies municipales, bien qu'avec cette chaussée l'eau et l'air puissent pénétrer assez facilement dans le sous-sol.

A Paris, dans le cas de pavage en pierre, on a cherché à résoudre le problème de l'imperméabilité en coulant dans les joints, un mortier fin de ciment (rue de Châteaudun et rue du Havre). Ce mortier tient-il longtemps? N'est-il pas sujet à se fendiller et à se réduire en poussière sous l'influence d'une circulation lourde ou rapide ?

En Angleterre, la question nous paraît avoir été résolue d'une façon plus satisfaisante par l'usage d'asphalte, analogue à celui employé pour la confection de nos trottoirs, coulé à chaud dans les joints et lissé comme on le ferait pour le jointoiement d'une maçonnerie. L'asphalte est imperméable, non cassant et peut se prêter à quelques déplacements des pavés sans perdre ses propriétés.

Toutefois ces dispositions, excellentes en elles-mêmes, deviendraient inutiles, si on persistait, comme on le fait en France, à établir un pavage sur une simple couche de sable. Par le fait de tassements inégaux, de forts roulages, etc., etc., le pavage se déforme bientôt, la circulation devient fatigante et la salubrité du sous-sol n'est plus protégée.

A Londres, à Edimbourg, à Glascow, à Liverpool, etc., etc., les ingénieurs municipaux estiment qu'il est indispensable d'établir les pavages en pierre sur une fondation en béton de chaux et quelquefois même de ciment.

Les chaussées asphaltées, ainsi que celles en pavage de bois, telles qu'on les fait à Londres et à Paris, sont toujours établies sur une solide fondation indéformable. L'une et l'autre sont imperméables, non sonores et ont en outre cet avantage de ne pas donner de détritus solides susceptibles d'être entraînés dans les égouts et par suite de donner lieu au minimum de boue (1).

(1) Le docteur Miquel, attaché à l'Observatoire de Montsouris et qui s'est consacré d'une façon toute spéciale à l'étude des organismes vivants dans leurs rapports avec la santé publique, études que tout ingénieur municipal doit connaître, a dit dans *Les organismes vivants de l'atmosphère*, 1883 : « S'il était possible de supprimer les microbes du sol, l'atmosphère des

Digitized by Google

Ce sont donc, au point de vue sanitaire, les meilleures chaussées; malheureusement elles coûtent fort cher de premier établissement et d'entretien et ne paraissent présenter d'économie que lorsqu'il s'agit d'une voie à très grande circulation, près de 20,000 colliers par jour, par exemple, ainsi que nous le verrons plus loin.

CHAUSSÉES MACADAMISÉES

Nous allons passer maintenant à une étude sommaire des genres de chaussées les plus usitées de nos jours, en commençant par les chaussées macadamisées.

Les premières chaussées empierrées construites en France l'ont été par les Romains; leur solidité était telle, qu'on les retrouve encore de nos jours. A partir de cette époque, sauf quelques tentatives faites par la reine Brunehaut, Charlemagne, Louis XI et Philippe-Auguste, la question des routes a été complètement abandonnée jusqu'au commencement du XVIIIe siècle. Durant cette période de temps, il n'y avait que des chemins plus ou moins praticables, mais pas une seule chaussée solidement établie et entretenue.

La méthode économique de construction, due à l'écossais Mac-Adam vers 1825, ayant été introduite en France, la construction des

villes se purifierait considérablement. Supprimer le sol des rues, c'est supprimer la boue des rues, et l'on supprime les bactéries des boues en les privant de toutes les substances organiques pouvant leur servir d'aliments.

« A l'exemple de ce qui existe dans les maisons construites dans de bonnes conditions hygiéniques, les eaux ménagères, les déjections de toute nature, doivent être conduites à couvert et directement à l'égout, sous l'impulsion d'une masse d'eau suffisante.

« Paris possède malheureusement beaucoup de vieilles constructions où les choses ne se passent pas ainsi. Les eaux de vaisselle amenées le long des rues laissent après elles, dans l'interstice du pavé, une vase infecte que le balayage à grande eau, d'ailleurs momentané, n'enlève jamais complètement. Si les microbes des maladies infectieuses trouvent, dans ce sol saturé de débris organiques, d'eaux grasses putrescibles, un milieu favorable à leur génération, il n'est pas besoin d'aller chercher ailleurs le terrain où ils peuvent naître, croître et prospérer indéfiniment.

« Quand on veut débarrasser l'atmosphère des microbes qui peuvent s'y répandre il faut brûler ou noyer les foyers d'où ils émanent. Si le premier moyen est le plus sûr, le second seul reste pratique; aussi faudra-t-il, je crois, se contenter de mener encore longtemps aux égouts, par la voie la plus courte, les liquides et substances d'origine animale, les débris de toute sorte, vastes déchets de l'alimentation et de l'industrie des villes. »

Digitized by Google

routes dans notre pays prit dès lors un très grand développement.

De cette méthode il ne reste plus aujourd'hui que le principe, fondamental d'ailleurs, consistant à n'employer que des pierres cassées de grosseur uniforme et telles qu'elles puissent passer en tous sens dans un anneau de $0^m,06$ de diamètre. Elle a été perfectionnée depuis par l'usage de rouleaux compresseurs, usage indispensable pour obtenir une chaussée affermie, dure et facile pour la circulation.

Voici comment on procède de nos jours pour la confection des chaussées solides et soignées :

Après avoir préparé la forme et damé le terrain, si besoin en est, on répand, par couches de 0^m10, de la pierre cassée de qualité inférieure, par mesure d'économie, sur une épaisseur totale de $0^m,15$ à 0^m40, suivant la largeur totale de la voie et la consistance du sol ; c'est la fondation de chaussée. Puis, sur cette fondation bien régularisée, on fait un revêtement constituant la chaussée proprement dite, en répandant une couche de 0^m10 à 0^m15 d'épaisseur en pierre cassée de choix, résistante à la gelée, anguleuse afin de se relier facilement et des plus dures, mais non cependant au point de ne pouvoir former de détritus nécessaire à la liaison. Les pierres qui remplissent le mieux ces dernières conditions sont le calcaire très dur, le silex anguleux non fragile, le granit, le quartz, le porphyre, le trapp et même certains grès très durs.

Afin de relier entre eux les éléments de la dernière couche et d'avoir une chaussée dure et d'une circulation facile, on y fait passer, un grand nombre de fois, d'énormes rouleaux compresseurs en fonte, d'abord à vide, puis chargés et mus par des chevaux ou par la vapeur. Pour faciliter la liaison, la pénétration des pierres saillantes dans les vides et avoir une surface plus compacte et plus unie, on arrose le revêtement et on y répand du sable ou des détritus provenant du cassage des pierres dures, avant le passage des rouleaux compresseurs.

Le bombement est de 1/30 au maximum, il descend souvent à 1/60.

Le prix d'établissement des routes empierrées à grande circulation varie, suivant les localités, de 1 à 6 fr. le mètre carré.

Les frais d'entretien sont très variables ; ils dépendent de la fréquentation, du genre de voitures, de leur poids, de l'époque de la principale circulation, de la qualité des matériaux, du prix de ceux-

Digitized by Google

ci et enfin de l'intelligence des cantonniers. Ils varient de 0 fr. 40 à 0 fr. 60 pour nos routes nationales et départementales, atteignent 2 fr. pour les voies intérieures des grandes villes et dépassent 12 fr. pour le boulevard de la Madeleine, 14 fr. 50 pour celui des Capucines et 16 fr. pour le boulevard Montmartre.

Quelque élevé que soit le prix des matériaux les plus convenables à employer pour le revêtement, il y a toujours intérêt, tant au point de vue de l'économie que de la salubrité, à en faire usage pour les chaussées à grande circulation et particulièrement pour celles des villes. Moins de boue, moins de poussière, durée et propreté plus grandes, tels sont les avantages procurés par les matériaux de bonne qualité.

Il faut éviter le séjour sur une route de la boue et de la poussière qui sont les principales causes d'usure et d'insalubrité de la chaussée.

On procède aux réparations par deux systèmes très différents, en usage l'un et l'autre. On peut réparer au fur et à mesure que des dégradations se produisent ou attendre que la nécessité s'impose pour toute la surface et réparer à l'aide d'un chargement général.

Le premier système, celui de la réparation immédiate et continue, est assurément le plus économique, mais il n'est pas applicable pour les voies très parcourues, pour lesquelles on est obligé de recourir au second, bien que ce dernier soit plus coûteux.

Les chaussées empierrées ont l'avantage de laisser pénétrer dans le sol les deux véhicules principaux de l'oxygène : l'air et l'eau, et de permettre ainsi la combustion des matières organiques qui y pénètrent, malheureusement avec une trop grande facilité.

Elles sont insonores, peu glissantes, d'un usage agréable par le beau temps et d'un prix de revient relativement peu élevé.

Cependant l'abondance des poussières en temps sec, la persistance de la boue en temps humide, l'encombrement des égouts ou des réservoirs à sable par les pluies d'orage, la trop grande perméabilité aux eaux impures, ainsi que les frais et les difficultés d'entretien pour les voies à grande circulation, sont des raisons majeures qui tendent de plus en plus à faire écarter l'usage des chaussées empierrées à l'intérieur des grandes villes.

Digitized by Google

CHAUSSÉES PAVÉES EN PIERRE

Ainsi que nous l'avons déjà dit précédemment une chaussée pavée, pour être résistante et indéformable, doit être établie sur une solide fondation.

A Londres (1), le béton de chaux, généralement adopté pour cette dernière, est formé d'un mélange de 1 partie de chaux hydraulique et 7 parties de ballast, provenant lui-même des dragages de la Tamise. Ceux-ci donnent précisément un mélange de cailloux de grosseur convenable et de sable dans la proportion voulue. Aussi, se contente-t-on de mélanger la chaux ou le ciment avec le ballast, puis d'arroser et de brasser le tout.

Sur la surface du béton, bien réglée à l'aide de cerce et régularisée par un enduit de mortier, on répand une couche de sable de $0^{m}025$ d'épaisseur soit pur, soit mêlé de chaux ou même de ciment en poudre. Puis on pose les pavés à plein bain de mortier hydraulique. Les pavés étant en granit forment prise avec le mortier et, quand on fait une tranchée, ils ne peuvent s'arracher qu'au ciseau et à la masse ; aussi la démolition du pavage et de sa fondation est-elle une opération longue et coûteuse.

Le bombement adopté est de 1/60 et quelquefois moindre.

Les chaussées anglaises, ainsi maçonnées et relativement plates, sont d'un très bel aspect, très solides et très agréables pour la circulation.

L'usage d'une solide fondation procure une grande économie d'entretien en s'opposant à la déformation du revêtement ; de plus il préserve en grande partie le sous-sol des infiltrations de matières organiques charriées par l'eau et assure ainsi une salubrité que nous n'obtenons pas en France avec nos pavages fondés sur sable.

Les pierres à employer doivent être dures et résister aux frottements sans se polir ; celles qui répondent à ces conditions sont le grès, l'arkose, le granit et le porphyre.

Le pavage en pierre dure établi, comme nous l'avons indiqué plus haut, à bain de mortier sur une fondation solide en béton sera,

(1) Renseignements tirés d'un rapport de M. Barabant alors ingénieur en chef au service de la voirie de Paris. (Commission technique de Paris 1883).

Digitized by Google

encore longtemps, selon toute probabilité, le meilleur revêtement de toutes les voies des quartiers à lourde circulation et à transports industriels.

C'est, en effet, le seul dont la réfection puisse être à la rigueur différée d'un an et plus, tandis que pour l'empierrement, le rechargement devient absolument obligatoire, à un certain moment, sous peine de voir la circulation interrompue et ce rechargement ne peut réellement bien réussir qu'entrepris sur toute la largeur à la fois. Il en est de même pour l'asphalte et le pavage en bois.

En France le pavage en grès sur sable revient de 15 à 18 francs, sur mortier il coûte 2 francs de plus et sur béton avec joints de mortier il revient de 22 à 23 francs. Ce dernier excédent de dépense se traduit par une sérieuse amélioration de la viabilité et une véritable économie d'entretien, le pavage, ainsi que nous l'avons déjà dit, grâce à sa fondation, conservant sa forme première.

A Liverpool le pavage est établi sur une fondation faite économiquement avec mortier maigre sauf à la surface ; les pavés sont posés à sec sur une petite couche de sable ; on fait entrer dans les joints, à l'aide du balai, du gravier assez gros, et enfin on remplit tous les vides des joints, jusqu'à recouvrir même la surface du pavage, à l'aide d'un mélange de poix et de créosote coulé à chaud. La partie de l'enduit, qui recouvre le pavé sur $0^{m}004$ à $0^{m}005$, reste adhérente à la surface et ne disparaît qu'au bout de plusieurs mois sous le passage des voitures. Ce pavage peut être considéré comme tout à fait imperméable mais il a un inconvénient qui, probablement, ne serait pas toléré dans une ville autre qu'un port de mer, c'est l'odeur prononcée et persistante du mélange coulé dans les joints et sur la surface.

Nous pensons que l'asphalte des trottoirs sans gravier et, au besoin, avec une proportion un peu plus forte de goudron, peut remplir tout aussi bien le même office, sans avoir l'inconvénient de l'odeur. Il suffit aussi, croyons-nous, de le couler à chaud dans les vides après l'introduction du gros gravier et de lisser la partie supérieure des joints.

Le pavage en pierre, ainsi établi, jouit des avantages suivants : diminution des frais d'entretien, amélioration dans la viabilité, entretien de la propreté facile, moins de sonorité et imperméabilité aussi complète que possible.

Digitized by Google

Si son prix élevé en fait reculer l'emploi pour toute la largeur de la chaussée, on peut le réserver pour la confection des caniveaux où il remplacera avec avantage les contre-lisses en pierre de taille calcaire toujours sujettes à geler dans ces conditions.

CHAUSSÉES PAVÉES EN BOIS

Les premières tentatives de pavage en bois sont fort anciennes, tant à Londres qu'à Paris, et elles n'avaient pas réussi jusqu'à ces dernières années, parce qu'elles péchaient par le mode de fondation.

Aujourd'hui le pavage en bois ne se fait plus que sur une couche de béton de ciment de Portland de 0^m15 à 0^m25 d'épaisseur, composé de 1 partie de ciment et de 7 parties d'un mélange formé de 1/3 de sable pour 2/3 de cailloux.

A Paris, la Sociéte Chérot (1) emploie le dosage suivant: 200 kilos de Portland pour un mètre cube d'un mélange formé de 1/3 de sable et 2/3 de cailloux. Le béton est employé assez mou et légèrement damé à la pelle, de manière à faire refluer le mortier à la surface, laquelle est très soigneusement lissée et réglée à la cerce au moyen d'un enduit de mortier fin de Portland étendu presque aussitôt après l'exécution du béton.

Le bombement est de 1/60 de la largeur.

Trois ou quatre jours après l'achèvement de la fondation on pose les pavés ayant

largeur 0^m075 (2)
longueur 0^m22
hauteur 0^m15

Les essences les plus diverses de bois ont été employées à la fabrication des pavés. Aujourd'hui, on est à peu près d'accord pour donner la préférence au sapin rouge de Suède, l'un des bois les moins chers et qui présente, au plus haut degré, la qualité principale des matériaux destinés au pavage, c'est-à-dire l'homogénéité.

Les pavés sont posés bois debout et doivent tous être rigoureusement de la même hauteur.

(1) Compagnie française fondée par la plus importante des compagnies anglaises l'Improved wod Pavement C^e.

(2) On compte 49 pavés au mètre carré valant 9 fr. 30 à Londres.

Digitized by Google

On ne les injecte pas sérieusement, l'opération étant trop coûteuse. On se contente le plus souvent de les tremper, seulement pendant cinq minutes, dans une composition chaude formée de coaltar, de créosote et d'une sorte de craie argileuse.

Les bois employés doivent avoir six mois de coupe au maximum et être de première qualité.

On rejette d'abord les madriers fendus et vicieux ; puis une seconde réception très minutieuse est faite lors de la transformation en pavés. Tout pavé écorné ou noueux, surtout en tête, doit être rigoureusement écarté.

L'injection et à fortiori le trempage ne paraissent pas d'une très grande utilité. En effet dans tous les pavages qu'on a été appelé à démolir, après la limite maxima d'usure, on a constaté que la partie inférieure des pavés reste généralement intacte et non pourrie et que la partie supérieure est au contraire mâchée, aplatie et que les fibres sont rabattues en plumeau.

Un pavage pourrait perdre, sans inconvénient, la moitié de son épaisseur, mais on ne va pas jusque-là parce qu'il y a toujours une inégalité forcée dans l'usure, inégalité qui exige le remplacement total avant qu'on en soit arrivé là.

Les pavés sont posés en rangées perpendiculaires à l'axe de la chaussée et très rectilignes ; l'écartement des joints transversaux est de $0^{m}01$. Il est obtenu d'une manière uniforme par l'interposition de réglettes en bois, ayant toutes la même épaisseur voulue, posées de champ dans le joint réservé, se croisant dans le sens de la hauteur et qu'on retire ensuite successivement par l'extrémité dépassant le niveau du pavage.

Les joints parallèles à l'axe de la chaussée sont réduits autant que possible.

Souvent, à l'emplacement des caniveaux, le long des bordures de trottoir, on pose deux ou trois rangées de pavés parallèles à la bordure et on laisse, entre celle-ci et la première rangée, un espace de 3 à 4 centimètres qu'on remplit de sable après que le bois mouillé s'est dilaté et a produit son effet de gonflement.

La pose se fait très rapidement, un ouvrier peut faire dans sa journée 100 mètres carrés de pavage en bois, pendant qu'il ne ferait que 15 de pavage en pierre.

La pose faite on verse dans les joints le mélange chaud de gou-

Digitized by Google

dron, de créosote, etc., de manière à remplir la partie inférieure des joints sur 0m03 à 0m04 de hauteur et à mettre la base des pavés dans une composition hydrofuge.

Ce mélange, en se refroidissant, fixe provisoirement les pavés.

On achève ensuite le remplissage des joints au moyen d'un coulis de mortier de sable fin et de ciment de Portland qu'on répand et qu'on brosse à la surface. Le tout est recouvert de gravier à grains de 0m01 environ et, au bout de 4 à 5 jours, on peut livrer la chaussée à la circulation, sauf à renouveler le sablage plusieurs fois dans l'année.

Des sablages et des lavages fréquents sont indispensables pour empêcher la chaussée de devenir glissante.

Usure. Le pavage en bois peut s'user sur une épaisseur de 6 à 7 centimètres avant d'exiger la réfection complète.

En prévision de cette usure il est bon de ne faire saillir les bordures, lors de l'établissement du pavage, que de 0m14, au lieu de 0m16 à 0m17.

Les ingénieurs anglais attribuent l'usure du pavage autant à l'action des pieds des chevaux qu'à celle des roues de voiture.

A Londres dans les emplacements destinés au stationnement des fiacres, disposés généralement au milieu des chaussées très larges, le bois est remplacé par le granit, pour éviter à la fois l'usure exceptionnelle causée par le frottement des pieds des chevaux et l'odeur que pourrait donner le bois imprégné d'urine.

On ne peut assigner d'avance une durée à un pavage en bois, ni établir une relation simple entre l'usure et la circulation.

On sait cependant qu'elle est minima les deux premières années et va en augmentant les années suivantes; que, dans les voies les plus importantes, supportant une circulation de 30,000 à 40,000 colliers par jour, l'usure est de 12 à 18 millimètres environ chacune des deux premières années et la durée totale de 4 à 5 ans; que cette usure diminue avec la circulation et que la durée peut être de 6, 7 et même 10 ans quand la circulation descend à environ 10,000 colliers.

Les réparations de détail ne sont pas très faciles et les raccordements restent en général visibles et assez sensibles.

Le pavage en bois exige un nettoyage soigné dont les frais, pour Paris, peuvent être estimés à 0f,80 au minimum par mètre carré.

Digitized by Google

Lorsqu'une gelée brusque succède à un temps de brouillard humide la partie supérieure du bois, plus ou moins mâchée, retenant facilement l'humidité, se couvre d'un verglas très glissant auquel on ne peut remédier que par un fort sablage.

Prix de revient. — A Paris on a suivi le mode de paiement adopté en Angleterre pour les dernières entreprises importantes. Ce mode de paiement consiste à faire faire les avances de fonds par les entrepreneurs et à leur donner une annuité qui tient compte de l'amortissement et de l'entretien.

Pour les boulevards et la rue de Rivoli le marché comprend, dans les prix ci-dessous, les frais de démolition des anciens revêtements. A partir du premier trimestre suivant la livraison et pendant 18 ans, l'entrepreneur reçoit :

1° Un prix à forfait de 2 fr. 42 par mètre carré pour intérêts et amortissement de premier établissement.

2° Un prix à forfait de 2 fr. 95 pour l'entretien dans la rue de Rivoli, la rue Royale, la rue des Saints-Pères, les grands boulevards, l'avenue de l'Opéra. Cette seconde partie du prix est réduite à 2 fr. 60 pour la rue du Faubourg Saint-Honoré.

Ainsi pour les grandes voies de Paris on paie 5 fr. 37 par mètre carré et par an. Mais après 18 ans la fondation, il faut l'espérer, sera encore bonne et alors les prix à forfait pourront tomber par exemple à 2 fr. et 2 fr. 50.

Sur les boulevards l'empierrement coûtait par an et par mètre carré : 12 fr. 50 sur le boulevard de la Madeleine, 14 fr. 79 sur celui des Capucines, 14 fr. 12 sur celui des Italiens et jusqu'à 16 fr. 42 sur le boulevard Montmartre.

Pour ces voies de première importance le bois donne donc une économie notable.

Pour les voies moins lourdement fréquentées, telles que les Champs-Elysées, il y aura au contraire une augmentation de dépenses pendant la première période de dix-huit ans ; mais, là encore, cette augmentation disparaîtra peut-être à la fin du bail. En tout cas cette augmentation est compensée par bien des avantages.

Avantages. — Outre la suppression du bruit, de la poussière, de la boue, avantages vivement appréciés par le public et les riverains, le nettoyage est plus facile, plus parfait et moins onéreux. Les égouts ne sont plus sujets à être remplis de sable provenant de

Digitized by Google

l'usure de la chaussée empierrée et peuvent servir dès lors, sans crainte de dépôts, à l'évacuation de toutes les immondices que peut charrier l'eau et en particulier à l'évacuation des matières de vidange.

La circulation n'est plus gênée une et même deux fois par an par les chargements et les cylindrages.

En résumé le pavage en bois convient très bien aux voies larges, aérées et à circulation rapide, mais il ne paraît pas se prêter facilement au voisinage des rails de tramways. Dans les quartiers de gros roulage et d'industrie le pavé de pierre sera toujours moins onéreux et conservera encore longtemps cet avantage. Les craintes exprimées au point de vue de la communication des incendies ne paraissent pas fondées, car il n'y a pas de circulation d'air possible autour des pavés.

Il garantit le sous-sol contre les eaux chargées de matières organiques et, s'il est bien nettoyé en tout temps et convenablement arrosé en été, il ne paraît pas devoir présenter d'inconvénients au point de vue des odeurs et de la salubrité (1).

ASPHALTE (2)

Les chaussées asphaltées sont établies sur une fondation en béton de chaux hydraulique ou mieux de ciment de Portland ayant $0^{m}15$ à $0^{m}25$ d'épaisseur, suivant la largeur de la rue, l'importance de la circulation et la nature du sol.

Les fondations doivent être faites avec grand soin et parfaitement dressées à la cerce. On ne les recouvre pas de chape après coup, mais on les lisse au moyen de mortier appelé à la surface par un léger damage et additionné de mortier fin.

On tient, et avec raison, à éviter l'emploi d'une chape faisant prise plus rapidement ou plus tardivement et dans d'autres conditions que le béton lui-même.

Au bout de 3 à 6 jours, alors que le béton a fait prise et que

(1) Notes extraites d'un rapport de M. Barabant alors l'un des ingénieurs en chef de la voirie de Paris. Voyage à Londres Commission technique 1883.

(2) A consulter un mémoire de M. Malo, ingénieur des Arts et Manufactures, directeur des mines d'asphalte de Seyssel, l'un des ingénieurs les plus compétents en matière d'asphalte, mémoire publié par la Société des ingénieurs civils.

Digitized by Google

la surface de la fondation est bien séchée et balayée, la poudre d'asphalte, chauffée au préalable de 138 à 180 degrés, de façon à lui enlever toute son eau, est répandue chaude (de 40 à 54 degrés suivant provenance) sur une épaisseur de 0m07 à 0m08.

Elle est étalée avec soin au rateau, par le chef d'équipe, puis ramenée à l'épaisseur de 0m05 à l'aide de la compression.

A cet effet on se sert d'abord d'un fer pour les bords qu'on chauffe et comprime, puis on pilonne le reste de la surface, à l'aide de dames rondes en fonte, à trois reprises différentes et avec une intensité croissante.

Enfin on passe sur la surface un fer lisseur légèrement courbe, on la saupoudre d'un peu de poussière et, après refroidissement complet, on livre à la circulation.

A Paris, pour obvier à des défauts de main-d'œuvre et à des manques de soin, on cylindre, pour régulariser la compression, à l'aide de cylindres en fonte pesant de 500 à 600 kilos.

Pour les réparations de tranchées on tient le milieu de la pièce légèrement en contre haut des surfaces voisines, pour tenir compte de la compression ultérieure due à la circulation.

Les réparations, pour être bonnes, doivent être faites avec beaucoup de soin; la partie compromise est découpée à l'aide de hachettes bien tranchantes; la coupure doit être bien verticale et les bords de chaque pièce enlevée doivent être tracés suivant des lignes droites se rencontrant à angle droit. La réparation dépasse toujours les limites de la partie dégradée ou de la tranchée, de manière à relier, autant que possible, la pièce nouvelle aux parties saines du pourtour.

Le prix de revient du mètre carré varie de 18 à 22 fr. et le prix à forfait pour l'entretien annuel varie suivant les rues, la circulation, de 0 fr. 40, pour les rues à faible circulation, jusqu'à 2 fr. et plus pour les voies à grande circulation.

Les baux d'entretien ont en général une durée de dix-sept ans et, à l'expiration de ce délai, le revêtement doit être remis en bon état et avoir une épaisseur telle qu'il pèse un poids déterminé par mètre carré.

On doit éviter, sur les chaussées asphaltées, la stagnation des eaux pluviales et surtout celle des eaux ménagères. A Paris on n'asphalte une chaussée que lorsque la rue est drainée.

Digitized by Google

L'asphalte a été employé d'abord à Paris, puis importé en Angleterre vers 1858 où son usage s'est très répandu, particulièrement dans la Cité, à Londres.

Il ne résiste pas à des variations trop grandes de température ; aussi, à ce point de vue, il se comporte mieux à Londres qu'à Paris, où l'été est plus chaud et l'hiver plus froid.

Il ne saurait convenir pour les chaussées à circulation rapide ou chargée.

Pour la Cité, à Londres, il a été considéré comme constituant une excellente chaussée, préférable même au pavage en bois. Cela s'explique aisément; en effet la Cité présente peu de pente; si la circulation y est très grande, elle s'y fait lentement. On n'y voit que des voitures légères et des chevaux qui ne sont pas chargés sur le dos comme les limoniers des grosses voitures circulant à Paris.

Les principales usines d'asphalte sont celles du Val-Travers (Suisse) et de Seyssel (Ain).

CHAUSSÉES EN DALLAGE DE CIMENT, EN PAVÉS DE CAILLOUX

En dehors des chaussées dont nous venons de parler, il en est d'autres également en usage, telles que les chaussées en dallage de ciment, celles en pavés de cailloux, etc., etc.

Ces dernières, très répandues dans les villes situées sur les bords des grandes rivières, coûtent relativement peu d'établissement, mais on peut dire que c'est là leur seul avantage. Elles sont en effet d'une circulation pénible, d'une propreté difficile à entretenir et incapables de résister à une circulation fatigante. En outre retenant toujours, entre les nombreux interstices du pavage, des matières organiques, susceptibles de corrompre le sous-sol, elles sont, à ce point de vue, inférieures même aux chaussées empierrées.

Quant aux chaussées en dallage de ciment, elles sont peu répandues. On n'en rencontre guère que dans les villes voisines des usines à production de ciment et encore faut-il que ce ciment soit de qualité supérieure.

A Grenoble, en 1869, la maison Vicat proposa d'exécuter, à titre d'essai, dans la partie de la rue Lafayette comprise entre les rues du Lycée et des Vieux-Jésuites, une chaussée dallée en ciment artificiel Vicat.

Digitized by Google

Onze années après sa construction la chaussée était encore en très bon état ; elle n'avait pas eu le moindre retrait, la moindre lézarde et n'avait pas donné lieu au moindre entretien.

Cette expérience ayant pleinement réussi, la ville, depuis 1874, a fait construire plusieurs chaussées de la même façon, en limitant toutefois l'emploi du dallage en ciment aux rues à faible pente et à circulation non chargée.

Le prix de revient a été de 10 francs le mètre carré.

Nous n'avons pas besoin d'ajouter que ces chaussées, pour être solides, doivent, comme celles dont nous avons parlé précédemment, être établies sur une solide fondation.

Au point de vue sanitaire elles sont des plus satisfaisantes, puisqu'elles peuvent facilement être entretenues dans un grand état de propreté et que, d'autre part, elles ne permettent pas l'infiltration de matières organiques dans le sous-sol.

Ajoutons enfin qu'elles n'envoient point de détritus solides aux bouches d'égout.

CONCLUSION

En résumé on peut dire que les chaussées les plus convenables pour les voies à grande circulation sont en même temps les meilleures au point de vue sanitaire, puisqu'elles donnent le minimum de boue et de poussière et qu'elles préservent le sous-sol des infiltrations de matières organiques. Celles avec un revêtement en pavés de bois reviennent fort cher et ne sont avantageuses que pour les voies importantes des grandes villes et, encore, seulement pour celles dont la circulation dépasse 20,000 colliers par jour. De plus, nous le rappelons, elles s'accommodent mal d'une ligne de tramways et on leur préférera toujours, dans ce dernier cas, les chaussées en pavés de granit.

Pour les voies secondaires des grandes villes, comme pour celles des villes de moindre importance, lorsqu'on voudra une bonne chaussée, on ne fera donc usage que de celles à pavés de granit ou de dallage en ciment ou en asphalte. Ces deux dernières exigeant des matériaux et des ouvriers spéciaux, ne pouvant être établies que sur des voies à faible pente et ne supportant pas une circulation

Digitized by Google

ourde, ce sera donc celles à pavés de granit, ou de pierre dure analogue, dont l'usage se répandra le plus.

Mais quelle que soit la nature du revêtement adopté, dès qu'il s'agira d'une chaussée solide, établie sur fondation, les municipalités auront intérêt à prendre les dispositions nécessaires pour éviter toute tranchée future. Ces dispositions, favorables non seulement à la conservation de la chaussée mais aussi à l'hygiène publique, consistent à munir tout d'abord la voie d'une galerie souterraine, si elle n'en possède pas et à y installer la conduite maîtresse de distribution d'eau, puis à placer, sous chaque trottoir, des conduites secondaires d'eau et de gaz ainsi qu'un drain collecteur des eaux impures provenant des habitations, le tout pour le service seulement des immeubles bordant le trottoir.

Les conduites d'eau et de gaz pourront être de très petit diamètre. Il suffira pour cela de les raccorder d'avance en autant de points qu'il sera nécessaire, avec la conduite principale correspondante.

Quant au drain collecteur on lui donne en Angleterre de $0^{m}25$ à $0^{m}30$ de diamètre au plus et on peut le faire déboucher, par tronçons, soit aux jonctions des bouches d'égout, soit à l'égout lui-même, au moyen d'un branchement spécial en poterie de même diamètre.

Ces divers travaux exigent à la vérité un supplément de frais de premier établissement sur la dépense habituelle en pareille circonstance. Mais ce supplément de dépense, dont une partie d'ailleurs peut, à juste titre, être imputée aux riverains qui n'auront pas à supporter les frais pour rejoindre le milieu de la chaussée lorsqu'il s'agira de leurs distributions d'eau, de gaz et de l'évacuation de leurs eaux impures, sera récupéré au bout de peu d'années, par l'économie que ces travaux apporteront dans les frais d'entretien et de propreté des chaussées, ainsi que dans les frais si dispendieux du curage des galeries souterraines. Il aura, en outre, l'inappréciable avantage d'assurer le maximum pratique de salubrité de la chaussée.

Au point de vue du glissement les chaussées peuvent être classées dans l'ordre croissant suivant :

Empierrement, bois, asphalte, ciment, pavés de granit.

TROTTOIRS

Avant de quitter cet ordre d'idées il nous reste à parler du revê-

Digitized by Google

tement des trottoirs. Ce que nous avons dit relativement à ceux des chaussées s'applique également ici.

Or, quelle que soit la solution adoptée pour les travaux d'assainissement d'une ville et en particulier de la chaussée, il sera difficile, pendant encore de longues années, d'éviter de fréquentes tranchées dans les trottoirs. Le meilleur revêtement pour ceux-ci est donc celui qui, en même temps, se prêtera le mieux aux réparations, c'est-à-dire celui d'asphalte mêlé de sable fin et étendu à chaud sur une fondation de béton.

On doit donner à l'asphalte une épaisseur d'au moins 25 à 30 millimètres et y ajouter d'autant plus de sable et moins de goudron qu'il s'agit d'un pays plus chaud.

Quant au béton, comme il n'est pas destiné à supporter de grandes charges, on peut le faire maigre, pourvu qu'il soit bien damé et lui donner une épaisseur de $0^{m}15$ à $0^{m}20$ suivant la largeur du trottoir. La surface du béton est dressée avec une pente de $0^{m}010$ à $0^{m}015$ par mètre du côté de la lisse, à l'aide d'une mince couche de mortier.

Une pente plus forte, outre qu'elle est inutile pour l'écoulement de l'eau, serait dangereuse en hiver par les moindres verglas.

Il est évident que, dans le cas où le sol du trottoir aurait été fraîchement remué ou ne présenterait pas une consistance suffisante, il serait indispensable d'assurer au préalable la fermeté du sous-sol soit par un fort damage soit par tout autre moyen : couche de sable ou plus forte couche de béton.

BALAYAGE ET ARROSAGE DES VOIES PUBLIQUES

LEUR NÉCESSITÉ

La propreté des chaussées offre des avantages au triple point de vue de la salubrité, de l'entretien et du tirage.

1° *Salubrité.* Les chaussées bien nettoyées, non seulement rendent la ville plus agréable et plus belle, mais également plus saine.

Supprimez la boue des rues, a dit Miquel, et l'atmosphère des villes se purifiera considérablement car, en supprimant la boue des

Digitized by Google

rues, on prive ainsi les microbes des substances organiques qu'elle renferme et qui leur servent d'aliments.

Les ingénieurs de l'Institut de Londres, qui se sont tout particulièrement occupés de cette intéressante question, ont écrit :

« La propreté des rues intéresse à la fois la salubrité des villes, les facilités de circulation et l'économie domestique. Quand la boue ne séjourne pas sur la chaussée ce n'est pas seulement le piéton que l'on favorise, l'intérieur du ménage en ressent également du bien-être, les plus pauvres logements deviennent propres et sains et s'entretiennent à peu de frais.

2° *Economie d'entretien.* — « Ajoutez à cela moins de dégradations sur la chaussée, moins de tirage pour les voitures et vous aurez l'ensemble des avantages qui compensent les dépenses du nettoyage public.

« Une route bien balayée se maintient mieux parce que les eaux n'ont pas le temps de filtrer dans la couche de fondation et de ramollir le sol.

« Elle s'use moins rapidement parce qu'elle ne se couvre pas de cette poussière siliceuse, agent d'usure si énergique que les lapidaires et les scieurs de pierre n'en emploient pas d'autre.

3° *Tirage.* — « Quant au tirage, voici l'échelle de proportion qui donne la mesure des efforts développés par le moteur, suivant l'état de la route :

Pavé	2
Macadam en parfait état	5
Id. chargé de poussière	8
Id. chargé de boue	10

« Le tirage change du simple au double suivant que la route est propre ou boueuse. On voit de quel impôt est frappé le roulage par un mauvais système de nettoyage. Les chargements ou la vitesse doivent être réduits de moitié. »

BALAYAGE DES CHAUSSÉES

Continuons à citer le rapport des Ingénieurs de l'Institut de Londres :

« Sur un macadam ordinaire la boue s'enlève facilement au balai, si elle est détrempée et amenée à une demi-fluidité. Dès qu'elle est

Digitized by Google

en consistance de pâte, il faut employer le râcloir et, alors, la route s'use rapidement, car les cailloux de la surface se désagrègent, deviennent roulants et sont écrasés sous le pas des chevaux ou la pression de roues de voiture.

« Avec le pavé l'eau est moins nécessaire, mais toujours utile ; elle fait sortir la boue d'entre les joints. Aussi voit-on souvent une chaussée, qui paraissait propre en temps sec, devenir sale et boueuse aussitôt qu'il pleut. »

La pluie est donc la circonstance favorable qu'il faut saisir pour le nettoyage. A défaut d'eau pluviale on a, par l'arrosage, les moyens de produire les mêmes résultats. L'arrosage permettra de fixer, de ramasser la poussière et de la traiter comme la boue. Du reste la transformation seule de la poussière en boue ne serait pas un progrès; il faut que le nettoyage soit assez bien fait pour empêcher la poussière de reparaître et de se reformer.

La boue et la poussière sont les deux agents les plus actifs pour la destruction des chaussées; la poussière et la boue avec la circulation agissent à la façon de l'émeri en poudre ou du sable siliceux fin dont on fait usage pour user, polir ou scier les matériaux les plus durs. La boue entretient une humidité constante qui ramollit les matériaux d'agrégation et, pendant l'hiver, l'eau qui a été ainsi amenée achève, sous l'action de la gelée, de disloquer les diverses couches du revêtement.

Ce dernier inconvénient peut être évité par un balayage en temps voulu. En effet, la boue étant enlevée ou rejetée de côté, au premier coup de vent, au premier rayon de soleil, la chaussée pourra se sécher et reprendre la consistance dure et la surface lisse qu'elle doit avoir pour que l'usure ait lieu par frottement et non par écrasement. Se trouvant sèche au moment des grands froids, ses matériaux seront moins susceptibles de se désagréger sous l'action de la gelée.

Le balayage est donc d'une utilité indispensable non seulement pour la propreté mais aussi pour la conservation des chaussées quelle que soit d'ailleurs leur nature.

Balayage mécanique. — Dans les grandes villes les bras manquent souvent pour cette opération qui doit être rapide et faite en temps utile. Aussi, aujourd'hui, a-t-on recours aux machines à balayer qui produisent vite et bien l'ouvrage que l'on demandait à l'homme et à un prix moins élevé.

Digitized by Google

Ces machines ne suppriment pas le travail des ouvriers qui peuvent toujours en trouver un autre plus propre et plus rémunérateur.

Une enquête, à Manchester, a montré que sur le total des ouvriers que remplaçait la machine à balayer, six pour cent seulement n'ont pas rencontré d'occupations meilleures.

Parmi les machines à balayer, qui répondent le mieux aux conditions voulues et dont l'usage aujourd'hui est très répandu en France et à l'étranger, se trouve celle de M. Blot, ingénieur-constructeur-mécanicien à Paris.

C'est une sorte de tilbury, que peut traîner un cheval de force moyenne, ne demandant qu'un effort de traction de 37 kilos, en travail, monté sur deux roues robustes à larges jantes et muni, à l'arrière, d'un balai cylindrique incliné, que le conducteur peut lever ou baisser à sa volonté, et commandé directement par engrenages sans intermédiaires de chaînes.

Sa construction est robuste, franchement mécanique et sa manœuvre des plus faciles sans effort à développer.

Le charretier assis sur son siège est à l'abri de la boue et de tout accident et peut exécuter toutes les manœuvres.

Le balayage opéré avec cet appareil revient à 40 °/₀ meilleur marché que celui à bras d'hommes et il est beaucoup mieux fait.

Voici comment on procède :

Dans le cas d'une petite ville, n'ayant à sa disposition qu'une ou deux machines, on attaque le travail par le milieu de la chaussée en dirigeant le cheval suivant une ligne droite parallèle à l'axe de la chaussée, puis on continue en revenant par un demi-tour à gauche pour doubler la bande balayée. Par un autre demi-tour à gauche, la machine reprend le premier bourrelet et le rejette de nouveau sur la droite en triplant la largeur de la bande balayée, et ainsi de suite. En sorte que, finalement, la boue se trouve rejetée dans un des caniveaux ou mieux à $0^{m}50$ du bord des caniveaux.

Pour les larges voies des grandes villes on fait marcher les machines balayeuses par brigade de deux, quatre et plus, échelonnées à quelques mètres de distance, de manière que chacune d'elles rejette plus sur le côté la bande de boue laissée par la précédente. On obtient d'un premier coup, au milieu de la chaussée, une partie balayée assez large pour que les voitures du public s'y engagent d'elles-mêmes et, lorsqu'on revient pour balayer dans l'autre

Digitized by Google

sens, on trouve la voie libre, ce qui facilite beaucoup l'opération.

Finalement la boue se trouve rejetée près des caniveaux. A ce moment, à Paris, des cantonniers viennent la délayer dans une masse d'eau qui entraîne à l'égout les parties les plus tenues et laisse sur la chaussée les sables et les graviers que l'on réunit en tas. A Bruxelles on se contente de laisser couler dans les caniveaux la partie la plus liquide, puis la boue suffisamment séchée est enlevée au tombereau.

Partout le balayage mécanique est entrepris en régie par les villes elles-mêmes qui récupèrent une partie de leurs dépenses au moyen d'une taxe payée par les riverains.

A Paris cette taxe est, par mètre superficiel et par an, suivant les quartiers, de 0f,10; 0f,20; 0f,30; 0f,40; 0f,50; 0f,60 ou 0f,70; la dépense effective est un peu plus du double et s'élève aujourd'hui à près de 6,000,000 fr. Il est juste d'ajouter que, sous le rapport de la propreté et de l'arrosage des rues, Paris est peut-être la ville du monde la mieux tenue.

A Bruxelles le service de balayage se fait la nuit et revient à près de 2 fr. 50 par habitant. La ville est tenue très proprement et n'a rien à envier à Paris sous ce rapport.

A Londres le même service se fait également la nuit mais le nettoyage, surtout par les temps pluvieux, se fait moins bien qu'à Paris.

Cependant, en Angleterre, les habitants ont un respect de la voie publique et un instinct de propreté que nous n'avons pas malheureusement en France. Les riverains ne jettent jamais rien sur la voie publique, ni ordures solides, ni eaux sales; mais leurs égouts, à sections réduites, ne leur permettent pas d'y diriger les boues liquides et d'en débarrasser rapidement les chaussées.

ARROSAGE

Lorsqu'il n'a pas plu l'arrosage doit précéder l'opération du balayage.

L'arrosage des voies et places publiques est également nécessaire pour rafraîchir le sol et l'air pendant les jours de grande chaleur, pour la conservation des chaussées asphaltées et surtout pour maintenir les poussières adhérentes au sol.

Digitized by Google

Ce dernier résultat est de la plus haute importance au point de vue sanitaire, comme on peut en juger d'après les travaux et observations suivantes du docteur Miquel :

1° Le nombre des bactéries dans l'air est toujours considérable pendant la sécheresse ; il passe par un minimum en temps pluvieux et par un maximum quand le sol est depuis longtemps soustrait à l'action de la pluie.

2° En 1882 Miquel constate à Paris que l'atmosphère du centre de la ville en été renferme le maximum de germes de toute nature quand les voies publiques cessent d'être arrosées.

3° De ses nombreuses expériences il résulte que les décès, par maladies épidémiques, pendant les années 1879 à 1883, se sont trouvés en rapport avec le nombre de microbes constatés dans l'air aux époques correspondantes. On peut donc conclure, au moins, de ces observations que les germes, spéciaux aux maladies zymotiques, sont d'autant plus nombreux dans l'atmosphère que le nombre total de toutes les espèces de bactéries s'y trouve lui-même plus considérable.

4° Or, d'après Miquel, la source principale des germes de toute nature qui infestent l'air des grandes villes est assurément la poussière provenant du sol des chaussées.

Il est donc de la plus grande utilité, au point de vue hygiénique, d'arroser fréquemment le sol des voies publiques des villes, afin d'empêcher les poussières d'être soulevées par la circulation ou le vent et, par suite, les germes et ferments de toute nature de se répandre dans l'atmosphère.

On procède à l'arrosage à l'aide du tonneau d'arrosage ou de la lance ; avec le tonneau la répartition de l'eau est mieux faite, il y a moins de dépense d'eau, mais l'opération est plus longue et exige plus de main-d'œuvre.

La dépense d'eau, pour chaque arrosage, est d'environ 1 litre par mètre superficiel. Le nombre des arrosages doit varier avec la saison et la fréquentation de la chaussée. En été on doit arroser au moins trois fois par jour ; dans tous les cas, par les temps secs, il est indispensable d'arroser avant le balayage et très utile de renouveler l'arrosage peu de temps après.

A Londres la dépense d'arrosage, tous frais compris, s'élève en moyenne à 0 fr. 10 par mètre carré de chaussée et par an. A Paris,

Digitized by Google

la même dépense s'élève à 0 fr. 18. En outre, dans cette dernière ville, on procède au lavage des caniveaux deux fois par jour.

Il y a un grand avantage à multiplier les prises d'eau établies sur le bord des trottoirs. Ces prises servent pour le lavage des caniveaux, pour l'arrosage à la lance et pour l'alimentation des pompes en cas d'incendie.

DES PLANTATIONS D'ARBRES

« Les arbres exercent une grande influence sur la salubrité des terrains puisqu'ils s'accroissent en y puisant les matières altérées, causes prochaines ou éloignées d'infection. » (Chevreul, *Mémoire sur l'hygiène des cités).*

Il ne faudrait, toutefois, pas prendre l'explication au pied de la lettre. On sait en effet, maintenant, que les plantes n'absorbent que les produits minéraux : acide carbonique, eau, ammoniaque, acide nitrique, phosphates solubles, etc. Elles organisent ensuite, à leur intérieur, la matière minérale. Quoi qu'il en soit le fait de l'influence hygiénique des plantes sur le sous-sol n'en existe pas moins. Nous en donnerons l'explication en traitant le sujet de l'épuration des eaux d'égout par le sol.

Les plantations exercent, en outre, une action non moins heureuse sur l'atmosphère. En effet, dans l'acte de leur respiration, elles absorbent, pendant la nuit, de l'acide carbonique contenu dans l'air et, pendant le jour(1), elles exhalent de grandes quantités d'ozone, gaz possédant, par excellence, la propriété de brûler les matières organiques en suspension dans l'air et jouant ainsi le rôle d'un désinfectant des plus efficaces.

Nous verrons également plus loin, en traitant de l'épuration des eaux d'égout, la proportion énorme d'eau reçue par le sol que la végétation arrive à faire évaporer. Les arbres contribuent au drainage du sous-sol des chaussées.

« Les plantations urbaines, a dit Chevreul, doivent être faites avec intelligence, quant à leur importance, leur répartition et quant aux dispositions à observer pour que les racines, tout en s'étendant

(1) Les parties vertes seulement.

Digitized by Google

assez de façon à satisfaire au développement des arbres plantés, ne soient jamais exposées à atteindre un sol où l'air ne pourrait pénétrer.

« Il faut aussi que l'eau de la surface du sol puisse arriver jusqu'aux racines qui, enlevant cette eau avec les matières organiques et les sels que ce liquide tient en dissolution, rompent l'équilibre d'humidité des couches terrestres. Dès lors, en vertu de la capillarité, l'eau se porte des parties terreuses les plus humides à celles qui le sont moins, en raison de leur contact avec les racines, et ces organes deviennent ainsi la cause occasionnelle d'un mouvement incessant de l'eau souterraine, extrêmement favorable à la salubrité du sol. »

Pour qu'une avenue puisse recevoir une plantation d'arbres il a été reconnu que sa largeur totale devait être de 20 à 25 mètres au minimum et celle des trottoirs de 6 à 7 mètres. Lorsque les trottoirs sont munis d'un revêtement on ménage à chaque pied d'arbre un espace libre de $1^{m}20$ à $1^{m}50$ de diamètre, tenu un peu en contre-bas du sol du trottoir et qu'on munit d'une grille en fonte ajourée disposée au niveau du trottoir.

Les conduites de gaz doivent être éloignées le plus possible, car leur voisinage amène infailliblement la perte de l'arbre. Il est parfaitement établi, en effet, que le gaz d'éclairage, qui provient des fuites de la canalisation, peut facilement se répandre dans le sous-sol, surtout en temps de gelée pendant lesquels la terre se fendille. Il est donc prudent de se prémunir contre cette diffusion du gaz d'éclairage qui menace non seulement l'existence des plantations, mais qui peut amener aussi des dangers d'explosion.

A Paris les conduites de gaz sont placées dans une couche de sable sur laquelle on dispose un drain en poterie et on recouvre le tout de papier bitumé. Le gaz recueilli par les drains est dirigé par ceux-ci en des points spéciaux de surveillance éloignés des arbres et surtout des maisons d'habitation.

A Marseille (promenade du Prado), à Anvers, Liège, La Haye, on a eu recours au procédé suivant qui a donné d'excellents résultats : on a renfermé les conduites dans un canal étanche en maçonnerie bitumée, de telle sorte que le gaz perdu par les fuites reste emprisonné dans cette gaîne et ne peut s'échapper que par les tubes d'aération disposés en des points convenables.

Digitized by Google

VILLES TRAVERSÉES PAR UNE RIVIÈRE

Lorsqu'une ville est traversée par une rivière et que le niveau des eaux dans celle-ci se trouve en dessous de la partie supérieure des collecteurs voisins, on peut, par raison d'économie et sans grand inconvénient pour l'hygiène, réduire la section de ces collecteurs et déverser directement à la rivière les excédents d'eau qui ne sont plus ici que des eaux claires d'égout largement diluées dans celles fournies par la pluie exceptionnelle.

A cet effet les collecteurs sont mis en communication avec la rivière, au moyen de galeries partant de la partie supérieure des collecteurs. Ces galeries sont munies, à leur extrémité, de fortes portes en bois reçues dans des feuillures en bois ou en taille, permettant l'écoulement des eaux du collecteur vers la rivière et s'opposant à toute circulation inverse.

Des applications de ce système ont été faites à Paris, à Londres, à Bruxelles, etc., etc.

Mais, pour qu'elles puissent avoir lieu sans trop d'inconvénients, il est absolument indispensable que la partie supérieure de la galerie souterraine soit en contre-haut du niveau normal des eaux de la rivière. Ce serait commettre une grave erreur et compromettre l'assainissement d'un quartier et même de toute la ville que de vouloir, pour réaliser une économie, réduire la pente de ces collecteurs de façon à se trouver dans les conditions demandées pour l'application de ce système.

Très souvent un projet d'assainissement de ville comporte, en dehors du drainage des résidus charriables par l'eau, une mesure tout aussi nécessaire, c'est celle du voûtement des ruisseaux, canaux ou rivières dans leur traversée de l'agglomération urbaine. Cela a lieu toutes les fois que le cours d'eau en question, ayant un débit peu important relativement à la population, ne peut être détourné de la ville. Dans ce cas, en effet, malgré tous les arrêtés et toute la surveillance possible, il est constant que le cours d'eau sert de réceptacle à toute espèce d'immondices et qu'il constitue un foyer d'infection des plus dangereux.

C'est bien par raison d'hygiène publique qu'on a été amené ainsi

Digitized by Google

à voûter, — à Paris, les ruisseaux de la Bièvre et de Ménilmontant servant en même temps d'égouts, — à Dijon, le vieux bras de Suzon servant en même temps de collecteur, — à Beaune, un des bras de la Bouzaize qui traverse la ville ; — à Londres, le Fleet-Strée, — à Bruxelles, la Senne, rivière qui débite encore 5 à 6 mètres cubes en basses eaux et dans laquelle les égouts ne déversent que des eaux impures très diluées, au moment des grandes pluies, — à Amiens, plusieurs canaux intérieurs alimentés par la Somme, — à Nancy, le ruisseau des Buttes, le canal Saint-Thiébaut, le ruisseau des Tanneries, le canal de décharge de l'étang Saint-Jean et le canal de la Villette, servant tous de collecteurs, — à Nice, le Paillon dont le lit, la plupart du temps à sec, débite, lors des pluies d'orage, jusqu'à 60 mètres cubes d'eau, — à Milan, la Vittalia, rivière d'une importance moyenne et recevant les eaux d'égout de la ville.

Pour ne pas augmenter inutilement le cube des eaux à épurer il importe de ne pas faire usage comme collecteur d'un ruisseau ou d'une rivière, toujours en eau, même lorsqu'on est amené à voûter le cours d'eau dans la traversée de la ville. Toutefois, lorsqu'il s'agit d'un ruisseau à régime torrentiel ne coulant qu'au moment des grandes pluies ou fontes de neige et qui, lorsqu'il coule, débite subitement plusieurs mètres cubes puis s'arrête brusquement, sans transition, il y a peu d'inconvénients, pour ce petit nombre de jours, qui a lieu surtout à la fin de l'automne et au commencement du printemps, à mêler les eaux d'égout à celles du torrent. En effet ces eaux d'égouts se trouvent généralement noyées dans ces dernières et on peut les laisser ainsi, sans épuration, rejoindre la rivière elle-même en crue à pareille époque.

Ce principe, qui satisfait suffisamment aux lois de l'hygiène, a été adopté par beaucoup de villes, parce que son application donne lieu à une grande économie. Il évite la construction d'une double galerie, celle du ruisseau étant employée également comme collecteur, et il permet de se débarrasser d'une masse d'eaux impures à des moments où l'agriculture ne demande pas ou demande peu d'arrosage.

Lorsqu'on est amené ainsi à voûter un ruisseau ou une rivière à régime torrentiel et à se servir de la voûte comme collecteur, il est indispensable de ménager une cunette, à laquelle on donne une section réduite, aux besoins de l'écoulement normal des eaux d'é-

Digitized by Google

gout, additionnées de celles provenant d'une pluie de peu d'importance.

RAPPORT DE LA POPULATION AVEC LA SURFACE

L'agglomération, plus ou moins grande, des habitants dans un même logement, le nombre de logements et d'étages dans une même maison, le groupement plus ou moins serré des bâtiments d'habitation sont autant de circonstances qui influent sur la salubrité publique.

Dans les villes françaises et allemandes les maisons sont groupées et se joignent sans intervalle le long de chaque rue, constituant ainsi des « pâtés » de maisons ; de plus, elles présentent généralement plusieurs étages superposés et, souvent, plusieurs familles à chaque étage.

En France, quelques villes du nord : Lille, Amiens, font une heureuse exception à cette règle ; les maisons sont accolées ; mais, le plus ordinairement, il y a une maison pour une seule famille. On en construit pour toutes les situations de fortune, même pour les simples ménages d'ouvriers ; ces dernières, reléguées naturellement dans les quartiers excentriques, sont à peu près toutes construites sur le même modèle et l'on voit des rues entières bordées de maisons ne présentant aucune différence dans leurs façades. Il faut reconnaître que si cette manière de faire est favorable à la salubrité, elle l'est moins au point de vue pittoresque et architectural.

En Angleterre, dans l'Allemagne du nord, en Hollande, dans quelques parties de la Suisse et aux Etats-Unis d'Amérique, la pratique la plus répandue est celle d'une maison par famille.

C'est celle qui est en usage à Londres et lorsque la maison est entourée d'un jardin ou sise entre cour et jardin, on a réalisé ce qu'on appelle le « cottage-system ». Cet exemple a été suivi en France dans les banlieues de beaucoup de grandes villes ; on s'en trouve bien, mais ce n'est pas là, à vrai dire, qu'il est le plus nécessaire de se donner de l'espace.

Voici, d'après une statistique, résumée dans la *Deutsche Vierteljahrsschrift für œffentliche Gesundheitspflege* (1869), d'intéres-

Digitized by Google

santes données sur le nombre des habitations en divers pays et sur le chiffre moyen d'habitants par maison.

Pour un bâtiment d'habitation, et pour tout le pays, il y a en France, 4,9 habitants ; en Angleterre et pays de Galles, 5,1 ; en Belgique, 5,2 ; en Irlande, 5,6 ; en Hollande, en Italie, en Espagne, 5,9 ; en Bavière, 6,2 ; aux Etats-Unis, 6,3 ; en Norvège, 6,4 ; en Autriche, 6,6 ; en Hanovre, 6,9 ; en Suisse, 7,2 ; en Prusse, 8,9 ; en Saxe, 9,7.

Dans les villes seules il y a par maison : en Belgique, 6,3 individus ; en Hanovre, 8,4 ; en Suisse, 8,8 ; en Bavière, 10,2 ; en Norvège, 11,5 ; en Prusse, 12, 7 ; en France, 13, 1 ; en Saxe, 14,8.

Relativement à la densité des habitations par rapport à la surface du territoire, on compte par mille carré : aux Etats-Unis, 36 bâtiments ; en Norvège, 46 ; en Espagne, 281 ; en Hanovre, 401 ; en Prusse, 425 ; en Autriche, 438 ; en Suisse, 462 ; en Bavière, 563 ; en Irlande, 679 ; en Italie, 715 ; dans le Duché de Bade, 752 ; en France, 774 ; en Saxe, 890 ; en Pays-Bas, 934 ; en Angleterre et pays de Galles, 1,441 ; en Belgique, 1,624.

On voit par là que c'est l'Angleterre et la Belgique qui réunissent les meilleures conditions d'hygiène, puisqu'elles ont à la fois le plus grand nombre d'habitations par rapport à l'unité de surface et presque les plus petits chiffres par maison.

Suivant une autre statistique on compte, pour une maison, 8 habitants à Londres, 32 à Berlin, 35 à Paris, 52 à Pétersbourg, 55 à Vienne. Or la mortalité par 1,000 habitants, qui est de 35 à Vienne, n'est que de 27 à Paris et de 22 à Londres. Il semble donc que la mortalité diminue dans une proportion semblable à celle dont les habitants s'étendent en surface.

La surface totale de Paris représente aujourd'hui environ 130 mètres carrés par habitant. Mais cette moyenne de surface, si avantageuse, s'évanouit quand on envisage tel quartier spécial, telle maison de ce quartier. Ainsi dans le quartier Saint-Germain, qui n'est pas un des plus populeux de Paris et qui est traversé par de larges voies, la moyenne par habitant n'est que de 8 mètres carrés 55 cent. de terrain bâti et, pour certains îlots, descend même à 1 mètre carré 67 cent.

Il est difficile de fixer un minimum de surface de terrain bâti par

Digitized by Google

tête. Toutefois on peut dire que cette surface doit augmenter dans les habitations collectives, à plusieurs étages.

Elle doit augmenter là où il n'y a que des constructions habitées sans cour ni jardin. Plus une maison est haute, plus elle a d'étages habités, plus large doit être sa base ; en effet, avec un grand nombre d'étages superposés, en supposant même un cubage suffisant obtenu par la hauteur de chaque étage, les locataires ne seraient pas loin de l'entassement si leurs logements ne s'étendaient pas en surface dans une proportion voulue.

Les règlements militaires français exigent une surface de 3 mètres carrés 75 à 4 mètres par homme dans les casernes (1).

En Angleterre on estime à 9 mètres de terrain bâti le minimum de surface à attribuer à chaque homme dans les casernements.

Cette fixation paraît applicable aux logements d'ouvriers et à toute habitation collective.

(1) *Eléments d'hygiène* d'Arnould. Paris, Baillière et fils, 1881.

DIJON. — IMPRIMERIE DARANTIERE, RUE CHABOT-CHARNY, 65

Digitized by Google

Digitized by Google

LIVRE III

ASSAINISSEMENT EXTÉRIEUR DES VILLES

ET

UTILISATION AGRICOLE DES EAUX D'ÉGOUT

CHAPITRE PREMIER

NÉCESSITÉ DE L'ASSAINISSEMENT EXTÉRIEUR DES VILLES

Nous avons vu dans l'étude précédente que la principale condition pour réaliser l'assainissement intérieur d'une ville était, tout d'abord, une large distribution d'eau mise à la portée de tous les habitants et convenablement utilisée, puis ensuite le départ, au fur et à mesure de leur formation, de la masse des immondices produites par la vie journalière.

Nous avons vu également que ces immondices peuvent se classer en :

1° Détritus solides, provenant des maisons d'habitation ou du sol des chaussées publiques et en

2° Impuretés de toute nature que l'eau peut charrier dans les galeries souterraines.

Etudions maintenant la façon dont une ville parvient à se débarrasser de ces immondices en satisfaisant à l'hygiène.

1° DÉTRITUS SOLIDES

Le plus souvent les détritus solides sont transportés dans la banlieue, mis en dépôt dans les champs, où ils fermentent pendant plusieurs mois, puis employés comme engrais, sous le nom de

Digitized by Google

gadoue, dosant 6 à 7 kilogrammes d'azote par 1,000 kilogrammes.

L'odeur de la *gadoue* n'a évidemment rien d'agréable, mais les dépôts qui en sont faits, à côté des champs où on l'emploie, ne paraissent pas, jusqu'à présent, avoir causé un préjudice sérieux à la santé publique. L'hygiène, par cet usage, se trouve ainsi à peu près satisfaite tant à l'extérieur qu'à l'intérieur de la ville.

Cependant il est à remarquer que, dès qu'il s'agit d'une ville importante, les engrais abondent dans les environs ; le placement de ces *gadoues* devient donc très difficile et il faut, pour la plupart des grandes villes, transporter ces matières à grande distance. Mais alors on grève ces engrais, qui ne sont pas très riches, de frais de transport hors de proportion avec leur valeur ; aussi l'opération ne peut-elle donner que de maigres résultats au point de vue financier. Elle tombe, par suite, forcément à la charge des villes qui récupèrent une partie de leurs dépenses par la vente des produits.

A Bruxelles toutes les immondices et les produits du balayage sont transportés journellement, à l'aide de tombereaux, de tous les points de la ville, au dépôt du quai de la voirie. Ce travail est fait par la ville.

En temps ordinaire, c'est-à-dire en dehors des périodes de fermeture du canal, les immondices sont directement et régulièrement chargées sur les bateaux et dirigées ensuite sur le dépôt situé à Evère, le long du canal de Willebroeck, ou envoyées chez les cultivateurs, soit à l'aide de bateaux de la régie, soit avec ceux des particuliers qui viennent charger au dépôt provisoire de Bruxelles et quelquefois au grand dépôt d'Evère.

Ce dernier reçoit les immondices qui ne sont pas immédiatement vendues ; leur débarquement a lieu à l'aide d'un monte-charges. Le travail de déchargement et de mise en tas est fait, suivant les saisons, par une ou deux brigades d'ouvriers, sous la surveillance du chef de dépôt.

En hiver la brigade est forte d'environ 40 hommes ; elle est de 20 hommes en été, à partir du mois de mars.

Les dépenses pour l'exercice de 1881 se sont élevées à 580,349 fr., dont :

180,834 fr. pour le balayage,
et 83,723 fr. pour l'enlèvement des immondices.

Digitized by Google

Les recettes, en dehors des allocations du budget, se sont élevées à 168,966 fr. Il en résulte, pour la population de Bruxelles proprement dite, une dépense de 2 fr. 48 par tête d'habitant (1).

A Londres le mode d'enlèvement des immondices n'est point un service métropolitain, c'est-à-dire unique pour toute la ville, il varie d'une paroisse à l'autre.

Voici quelques détails sur la paroisse de Saint-Mary-Newington, située sur la rive droite de la Tamise. La population est de 120,000 habitants et elle est composée surtout d'ouvriers. La paroisse possède, à peu près à son centre, un grand terrain traversé sur arcades par un des chemins de fer pénétrant dans Londres. Au pied des arcades est établie une fosse dans laquelle trouvent place quatre wagons qu'on peut, à l'aide d'ascenseurs, monter au niveau du chemin de fer et expédier ainsi très facilement au loin ; on peut charger et faire partir 36 wagons en un jour.

Les boues et ordures ménagères sont apportées et triées dans ce dépôt. Grâce à la grande consommation de houille qui se fait dans une maison anglaise, les ordures ménagères renferment beaucoup de débris de charbon et de coke. Chacun des tombereaux entrant au dépôt est renversé au pourtour d'un tas de forme circulaire où les matières sont l'objet d'un triage soigné.

Des hommes font une première séparation du gros et du menu ; chaque homme transmet à trois femmes placées derrière lui des mannes remplies des ordures débarrassées des débris de poteries, de bouteilles, etc.

Les femmes, à leur tour, mettent à part les papiers et criblent les poussières, dont les plus fines renferment assez de débris de charbon pour être vendues comme combustible destiné à cuire les briques, formées des poussières les plus grosses, dans lesquelles il y a beaucoup d'argile.

Les gros débris (poterie, assiettes, vieilles boîtes métalliques, etc.), sont utilisés, après concassage, pour former la couche de fondation des empierrements aux environs de Londres. Ainsi l'on vend à part les vieux papiers et cartons, les os, les poussières pour former du combustible et des briques, les gros débris solides pour faire des

(1) Notes extraites d'un des rapports présentés par la Commission technique de Paris (1883).

Digitized by Google

fondations d'empierrement. Les résidus de légumes (peu nombreux) (1) sont jetés sur les tas voisins provenant du produit du balayage des voies publiques dont il nous reste à parler.

Les tombereaux en tôle, de forme demi-cylindrique, dans lesquels on a chargé à l'écope les boues liquides, sont renversés, par un mouvement de bascule, dans une espèce de bassin dont la paroi est formée d'une muraille de fumier et de paille, s'élevant à $1^{m}50$ environ au-dessus d'un sol pavé en pente. Les boues accumulées dans ces bassins s'y égouttent; l'eau qu'elles perdent est évacuée par un égout. Au bout de 8 à 12 jours, suivant le temps et la saison, la boue est assez sèche pour que, mélangée avec le fumier dont elle était entourée, elle forme un compost transportable, qu'on vend environ 6 fr. la tonne. Alors on porte cet engrais dans les wagons placés au pied du chemin de fer, on monte les wagons au niveau de celui-ci et on les expédie à la campagne. L'ingénieur passe directement des marchés avec les cultivateurs et, comme la matière est d'autant plus abondante et a d'autant moins de valeur que la saison est plus pluvieuse, la compagnie du chemin de fer se prête à l'écoulement et au transport de cette matière en modifiant ses prix en conséquence.

Quoique le dépôt où se font ces manipulations soit au milieu de la paroisse et dans le voisinage immédiat d'une école, il n'a point présenté d'inconvénients.

En résumé la paroisse de Saint-Mary-Newington paie à peu près ses frais de nettoiement par le produit de la vente de ses boues et ordures ménagères, mais c'est là un cas particulier.

Il est probable que cette manière de faire ne saurait se généraliser, même à Londres. L'économie réalisée dans le service tient évidemment à la possession d'un dépôt assez vaste situé au milieu de la paroisse et traversé par un chemin de fer avec lequel il est raccordé (2).

Dès qu'il s'agit d'une grande ville la concurrence des engrais chimiques, les difficultés croissantes et d'ailleurs assez naturelles que soulèvent les dépôts, la nécessité de les transporter de plus en

(1) Les Anglais consomment beaucoup moins de légumes que les Français.
(2) Notes extraites d'un des rapports présentés par la Commission technique de Paris (1883).

Digitized by Google

plus loin, les obstacles plus ou moins justifiés que rencontrent ces transports, avilissent le prix de ces matières.

Aussi la plupart des municipalités des villes importantes seront-elles sans doute obligées, dans l'avenir, de s'entendre avec les compagnies de chemin de fer ou avec des services de navigation pour assurer le transport des boues à grande distance et cela, à l'aide d'un matériel spécial.

Afin de réduire au minimum les frais de transport des détritus de la maison et de la voie publique, des ingénieurs municipaux ont proposé de les calciner dans des usines spéciales établies à la porte même des villes. De cette façon on n'aurait plus à manipuler et à transporter que des cendres.

Voici, d'après Henry de Parville (1), la description d'un procédé de ce genre appliqué par la ville de Leeds.

La ville de Leeds, en Angleterre, a mis à l'essai, depuis quelque temps, un mode de traitement des détritus qui ne serait certes pas à recommander d'une manière générale, car il tendrait à faire perdre à l'agriculture des éléments précieux de fertilisation, mais qui peut rendre service dans des circonstances particulières.

On a installé dans la banlieue de la ville des fours à 6 cellules, en briques, garnis de chemises réfractaires. Chaque four occupe un espace de 7 mètres de long sur 6^{m}80 de largeur et 3^{m}70 de hauteur. On conduit ces détritus jusqu'à ces fours. Chaque compartiment peut brûler 7,000 kilog. en 24 heures.

Les gaz s'en vont par la cheminée; les scories, les cendres et le mâchefer sont enlevés toutes les deux heures. — Dans certains fours on brûle spécialement les viandes gâtées, les vieux vêtements, les articles de literie soupçonnés de pouvoir transmettre des maladies contagieuses. Une fois un four en feu il est inutile d'y ajouter du combustible; les détritus se consument parfaitement et il ne se dégage dans l'atmosphère aucune odeur.

La chaleur dégagée par cette combustion est utilisée à produire de la vapeur fournissant la force motrice à deux machines avec lesquelles on fait marcher deux broyeurs.

Ces deux broyeurs réduisent les scories en poudre qu'on mélange à de la chaux et l'on fabrique ainsi un mortier à prise rapide qui se vend à raison de 6 fr. 25 la tonne.

(1) Correspondant, mars 1882.

Digitized by Google

A côté on convertit les balayures des rues, des halles et des marchés en un charbon très employé à la fois comme engrais et comme désinfectant. On le vend 3 fr. 50 la tonne.

Un établissement complet comprenant : un destructeur à six compartiments, un carbonisateur, une chaudière, une machine à vapeur, deux moulins, bâtiments et cheminée, coûte environ 110,000 fr. Six hommes suffisent pour tous les services de l'usine.

EAUX D'ÉGOUT

INCONVÉNIENTS DE LEUR DÉVERSEMENT DANS LA RIVIÈRE

Pour étudier les inconvénients du déversement des eaux d'égout à la rivière, considérons successivement les matières minérales et les matières organiques qu'elles renferment.

1° *Matières minérales.* — Dans certaines villes les eaux d'égout reçoivent de l'industrie des substances vénéneuses, comme les acides de l'arsenic, ou de grandes quantité de sels alcalins ou terreux, tels que du chlorure de calcium... Ce sont là des faits qui ne doivent plus se présenter ; l'industrie ne doit être autorisée à verser dans les égouts que des eaux sinon claires, tout au moins débarrassées des substances vénéneuses, des acides ainsi que des matières solides qu'elles renferment. Il est évident que c'est à l'industrie et non à la collectivité des habitants d'une ville qu'appartient le soin de cette première épuration des eaux industrielles. Sans cette première épuration l'adjonction des eaux industrielles aux eaux d'égout entraînerait des inconvénients trop évidents pour qu'il soit nécessaire d'insister davantage sur ce sujet.

Quant aux autres matières minérales et insolubles rencontrées dans les eaux d'égout, elles proviennent presque en totalité de l'usure des chaussées. Ce sont des particules de toute grosseur, depuis le grain de sable qui tombe immédiatement au fond de l'eau, jusqu'à la plus fine poussière qui reste longtemps en suspension. Toutes ces matières se déposent dans la rivière selon un ordre dépendant de leurs dimensions et de leurs densités et forment

Digitized by Google

des bancs qui s'étendent au loin. Elles sont embarrassantes, occasionnent des frais de dragage importants, mais ne sont point insalubres. C'est dans les matières organiques insolubles et solubles que résident les causes d'infection de la rivière.

Matières organiques (1). — Les substances organiques solides des eaux d'égout se déposent avec les matières minérales, selon l'ordre de leur grosseur et de leur poids et forment des bancs de vase. On conçoit sans peine que, l'eau de la rivière venant à baisser, ces bancs de vase peuvent émerger et acquérir des propriétés les plus malfaisantes. Au surplus la vase n'a pas besoin d'être exposée à l'air pour devenir une cause d'insalubrité ; au fond de l'eau elle est le siège d'une putréfaction très active, surtout en été. Les matières organiques solubles passent dans l'eau du fleuve et contribuent à sa pollution. Les produits gazeux se réunissent d'abord au sein de la vase puis, quand leur poussée est assez forte, ils s'en échappent et montent à la surface où ils forment parfois des bulles énormes. Leur composition n'est autre que celle du gaz des marais.

Les matières organiques solubles sont aussi malfaisantes que les détritus organiques solides et elles sont beaucoup plus dangereuses parce qu'on ne se doute pas de leur présence. Elles sont un mélange d'une foule de principes déjà en voie d'altération, empruntés à des êtres végétaux ou animaux. La détermination de leur somme est un problème d'analyse délicat dont les chimistes tournent la difficulté en mesurant seulement le carbone et l'azote entrant dans leur constitution. Le carbone est la base de tout composé organique et on peut admettre, sans erreur grossière, qu'il en entre 50 °/₀ dans le mélange complexe dont il est question. L'azote donne, à son tour, la mesure des composés azotés qui, plus que tous les autres, sont putrescibles et aptes à nourrir les êtres engendrés dans la pourriture. Ainsi le carbone et l'azote des principes organiques solubles des eaux d'égout peuvent servir à déterminer, l'un la somme de ces principes, l'autre leur degré de corruptibilité. Il faut avoir soin dans ces recherches de ne pas confondre l'azote qui appartient à l'ammoniaque ou aux nitrates avec celui qui fait partie

(1) Lire à ce sujet le rapport remarquable de M. Schlœsing, fait à la Commission technique de Paris de 1876 pour l'assainissement de la Seine et publié à Paris par Gauthier-Villars (pages 16, 17 et suivantes).

Digitized by Google

des combinaisons organiques azotées et que, pour cette raison, on nomme *azote organique*.

Maintenant pourquoi une eau renfermant des matières organiques est-elle malsaine? C'est une question à laquelle la science ne peut encore répondre avec toute la précision désirable.

On sait que les eaux essentiellement saines et potables, comme celles d'un grand nombre de sources, ne contiennent presque pas de matières organiques. Au contraire les eaux malsaines en contiennent une quantité notable, à moins qu'elles ne doivent leur insalubrité à des matières minérales vénéneuses ou à la surabondance de certains sels.

Quant à l'insalubrité de la matière organique on lui reconnaît plusieurs causes. La matière atteint le maximum d'insalubrité et elle peut être fatale lorsqu'elle est vivante, c'est-à-dire sous la forme d'êtres organisés. On attribue à certains de ces êtres le pouvoir de se multiplier dans l'organisme humain et d'apporter un trouble funeste dans son fonctionnement. Le danger est moindre quand la matière n'est point organisée; cependant il ne faut pas perdre de vue qu'alors elle est dans la période de sa décomposition. Il lui faut de l'oxygène; elle consomme d'abord celui qui est dans l'air; puis à moins de conditions spéciales, favorables à la diffusion de l'oxygène de l'air, la décomposition putride s'en empare. Si la matière organique est végétale l'eau prend, le plus souvent, l'odeur de croupi; si la matière est animale l'odeur est plus prononcée et plus infecte. En même temps les germes, partout répandus, d'organismes végétaux ou animaux se développent au sein de l'eau corrompue, soit directement aux dépens de la matière organique, soit en assimilant les produits de sa décomposition. Alors la matière morte est redevenue vivante et insalubre au premier chef. Rien ne prouve d'ailleurs que cette transformation soit nécessaire pour que l'eau soit malfaisante; l'existence des ferments solubles à côté des ferments figurés autorise à penser que l'organisme humain peut être atteint par des matières simplement solubles aussi bien que par des microzoaires ou des microphytes.

Ainsi la matière organique peut être insalubre directement, surtout si elle est organisée, ou indirectement en consommant l'oxygène de l'eau et en servant d'aliment à des êtres organisés.

Si la matière organique, neuve en quelque sorte, commence à

Digitized by Google

s'altérer, à brûler, si elle entre dans la période de son activité chimique et biologique, alors elle manifeste pour l'oxygène une affinité très grande.

Telles sont, à un haut degré, les matières organiques contenues dans les eaux d'égout.

Leur grande affinité pour l'oxygène exerce une influence notable sur la qualité de l'eau; c'est ainsi que les eaux de la Seine, après avoir reçu celles des égouts de Paris, qui comme apport ne représentent cependant guère qu'un quinzième du débit de cette rivière, voient leur oxygène disparaître aux trois quarts sur un parcours de près de vingt kilomètres et la proportion de cet oxygène ne revenir à l'état à peu près normal qu'à Mantes.

La rapidité avec laquelle d'ailleurs la matière organique absorbe l'oxygène dissous dans l'eau, donne la mesure de son insalubrité. Aussi le meilleur procédé pour reconnaître la qualité d'une eau potable est toujours celui conseillé depuis longtemps par l'éminent chimiste M. Dumas. Il consiste à laisser reposer, en vase clos, quelques litres d'eau, à la température ordinaire, pendant quinze à vingt jours. L'eau est saine lorsque, après cette épreuve, elle n'a pas contracté l'odeur d'eau croupie.

Y a-t-il une limite pour la quantité de matières organiques contenues dans une eau, au-dessus de laquelle cette eau commence à devenir dangereuse?

L'état actuel de la science ne permet pas encore de déterminer une dose limitée, évidemment variable avec la nature de chaque substance, avec son degré d'oxydabilité, avec les conditions climatériques et même avec le tempérament des individus.

Y a-t-il même une limite? Est-ce que dans les eaux souillées par l'homme, il n'existe pas des substances dont l'insalubrité échappe à toute mesure comme celles dont plusieurs médecins éminents admettent l'existence dans les déjections des cholériques?

Le plus prudent est de prohiber le retour aux rivières des eaux impures avant leur épuration complète.

Or jusqu'à ce siècle, sauf de rares exceptions, les eaux d'égout étaient rejetées dans un cours d'eau à l'intérieur des villes. C'était conserver dans les murs des causes d'insalubrité sérieuses, surtout en temps de basses eaux.

Aussi dans beaucoup de grands centres, vers le milieu de ce siè-

Digitized by Google

cle, on fut amené à créer d'immenses collecteurs recevant les eaux de tous les égouts pour les mener hors de la ville. Dès lors l'assainissement intérieur fut assuré ; mais la solution ainsi limitée ne pouvait être satisfaisante, puisqu'on ne faisait que reporter au dehors des murs d'enceinte les causes d'infection réparties sur le parcours des rivières dans la traversée de la ville.

En effet les eaux d'égout, par les matières organiques qu'elles tiennent en suspension et en dissolution, introduisent dans le cours d'eau qui les reçoit des éléments malsains. D'un autre côté, par les débris solides qu'elles charrient, elles arrivent à former dans le lit des dépôts importants qu'il faut ensuite enlever à l'aide de dragages nombreux, coûteux et malsains.

Les eaux de la rivière prennent une teinte noirâtre et un aspect repoussant; elles exhalent des odeurs malsaines et deviennent impropres à la vie des poissons. Ces eaux, qui doivent rester la chose de tous, ne peuvent plus convenir ni aux usages domestiques ni même aux usages industriels.

Les municipalités ne peuvent donc se borner à assurer l'assainissement intérieur de leurs villes et faire retomber sur les localités situées à l'aval les causes d'insalubrité dont elles se sont débarrassées. Il leur faut aussi assurer l'assainissement extérieur en épurant les eaux d'égout avant de les rejeter à la rivière. Il y a là une obligation à laquelle elles ne sauraient se soustraire.

Ajoutons d'ailleurs que la création des collecteurs, en concentrant en un point ou deux l'afflux des eaux d'égout, permet de remédier aux inconvénients résultant de ces dernières par un système d'ensemble, appliqué au débouché unique des impuretés, et dont la réalisation serait moins facile avec l'ancien système des bouches multiples réparties le long de chaque rive.

Les collecteurs, en concourant à l'assainissement intérieur des villes, préparent donc en même temps l'œuvre d'assainissement extérieur.

En Angleterre la pollution des rivières, par les eaux des villes et les déchets de fabriques, était devenue un tel fléau qu'il a fallu y mettre un terme par une loi.

Le Parlement anglais a fait officiellement rechercher l'état de la pollution des rivières et les moyens d'y remédier. Une première *Rivers pollution commission*, composée de Rawlinson, Harrisson,

Digitized by Google

Way (1865) ; puis une seconde (1868), qui avait pour membres : Denison, Frankland et Chalmers Morton ; enfin la commisson du *Local Government Board* (1875), avec Rawlinson, Clare Sewel, Read et Smith, révélèrent une situation réellement grave et provoquèrent la loi du 15 août 1875 : *The Rivers pollution prévention Act*, qui pose formellement l'interdiction de jeter aux cours d'eau les matières solides, les eaux d'égout, les résidus solides et les liquides des usines et des mines, et qui charge le *Local Government Board* de surveiller l'exécution de la loi.

La prohibition absolue de déverser les eaux d'égout dans les rivières ayant été jugée impossible, on se contenta d'exiger un degré de purification préalable en rapport avec les procédés institués dans ce but et le Parlement adopta la proposition de la commission d'enquête nommée à cet effet (1), consistant, entre autres prescriptions relatives aux matières solides, vénéneuses, colorantes, salines, etc., à fixer la proportion limite du carbone organique à 2 pour 100,000 parties d'eau, et celle de l'azote organique, à 0,3.

En France, l'état des rivières étant généralement plus satisfaisant, on n'a pas ressenti le besoin d'une législation analogue. Si on devait discuter un jour une loi semblable, il y aurait lieu de tenir compte des progrès accomplis depuis cette époque pour l'épuration des eaux et d'abaisser les limites adoptées en Angleterre.

Dans tous les cas cette limite devra toujours être considérée comme la mesure d'une tolérance, et non d'un taux d'impureté au-dessous duquel la salubrité des eaux est certaine.

Il existe bien d'anciennes lois, ordonnances ou décrets interdisant de troubler les eaux des rivières ; mais il faut reconnaître que ces prescriptions sont peu observées.

Voici les principales que nous relevons dans un mémoire présenté par MM. Schlœsing et A. Durand-Claye, au congrès international d'hygiène de Paris (août 1878) :

En France plusieurs ordonnances royales et arrêts du Conseil interdisent de troubler les eaux des rivières. Nous citerons l'ordonnance des eaux et forêts d'août 1669, les ordonnances royales du 16 décembre 1672, du 20 février 1773, les arrêts du Conseil du 24 juin 1777, des 17 et 23 juillet 1783. Toutes ces ordonnances,

(1) Commission nommée en 1868.

Digitized by Google

tous ces arrêts, qui ont encore, sans exception, force de loi, portent qu'il est défendu, sous peine d'amendes, de jeter dans la Seine ou dans les autres cours d'eau « aucunes ordures, immondices, gravois, pailles et fumiers. » Les lois des 20 décembre 1789 et 16-24 août 1790 permettent aux autorités départementales et municipales de pourvoir à la conservation des rivières et d'intervenir quand les eaux deviennent une cause d'insalubrité. Une décision ministérielle, en date du 24 juillet 1875, visant l'avis du Conseil général des ponts et chaussées, a rappelé ces prescriptions et recommandé leur application dans les termes suivants : « L'ordonnance du roi en date du 20 février 1773 et l'arrêt du Conseil du 24 juin 1777, qui interdisent de jeter dans la Seine des liquides ou des immondices ou déjections quelconques susceptibles de rendre ses eaux insalubres et impropres aux usages domestiques, doivent en principe recevoir leur application. »

Si ces lois, décrets, arrêts ou ordonnances ne donnent pas au gouvernement une autorité suffisante pour interdire la pollution des eaux des rivières, par les eaux d'égout, l'intérêt de l'hygiène publique l'obligera bientôt, à l'exemple du gouvernement anglais, à demander et à faire voter par les Chambres les lois nécessaires à cet effet.

En résumé, et dès maintenant, on peut dire qu'il y a obligation absolue pour les villes d'épurer leurs eaux d'égout avant de les rejeter dans la rivière.

Voyons maintenant comment on arrive à épurer ces eaux d'égout qui, dans les centres populeux, se présentent aujourd'hui en masses de plus en plus considérables.

ÉPURATION DES EAUX D'ÉGOUT

Toutes les questions relatives à l'assainissement des villes ainsi qu'à l'épuration des eaux d'égout, qui jusqu'alors infectaient les rivières, ont préoccupé vivement l'attention publique en Europe, vers le milieu de ce siècle.

Toutes les grandes villes ont cherché la solution ; mais c'est surtout en Angleterre que la question a été le plus travaillée, dans

Digitized by Google

les directions les plus variées. Cela tient, il faut le dire, à ce que dans ce pays, plus que dans tout autre, le besoin s'en faisait sentir. En effet les égouts, fort mal établis, recevaient déjà, non seulement les eaux pluviales et ménagères, mais les eaux vannes et les matières fécales elles-mêmes ; le tout s'écoulait plus ou moins rapidement dans la rivière, à l'intérieur même des villes ; aussi l'état sanitaire laissait-il beaucoup à désirer ?

C'est à la suite du choléra de 1845-1849, qui fit de nombreuses victimes en Angleterre, que ces questions d'assainissement des villes furent soumises, par un acte du Parlement anglais, à l'examen d'une Commission spéciale désignée sous le titre de « General Board of Health. »

Le comité a fonctionné jusqu'en 1854 ; il s'est livré aux études les plus diverses, tant au point de vue hygiénique qu'au point de vue de l'utilisation agricole des eaux d'égout.

A partir de cette époque de grands travaux d'assainissement ont été entrepris par les villes importantes d'Angleterre, en tenant compte des indications fournies par ce comité.

D'autres états, tels que la Belgique, l'Allemagne, l'Amérique, etc., ont suivi l'impulsion donnée par l'Angleterre et ont mis à profit l'expérience et les avis donnés par la Commission Anglaise « General Board of Health » ainsi que par les deux autres autorités sanitaires anglaises : « Local Government Board et Metropolitan Board of Health. »

Parmi les études d'assainissement les plus complètes auxquelles on s'est livré en Angleterre, se trouvent celles relatives à l'épuration des eaux d'égout ; plus de 350 procédés d'épuration y ont été mis en expérience sur une grande échelle.

Tous ces procédés, aussi bien ceux expérimentés en Angleterre que ceux expérimentés dans les autres pays, peuvent se ramener à quatre classes principales, savoir :

1° Procédés mécaniques : dépôts et filtrages,

2° Procédés chimiques : emploi de réactifs ayant pour but de précipiter les impuretés,

3° Procédé d'épuration par le sol,

4° Procédés employant concurremment les réactifs chimiques et l'épuration par le sol.

Digitized by Google

1° PROCÉDÉS MÉCANIQUES

Les procédés mécaniques consistent à faire déposer les eaux dans de vastes bassins, pour en séparer les matières lourdes entraînées et à achever cette séparation, pour les substances ténues et légères en suspension, au moyen d'une filtration à travers des substances inertes, comme du sable, du coke, etc., etc.

Ces procédés présentent le grave inconvénient de laisser subsister dans l'eau les matières solubles organiques et inorganiques. En outre la masse de dépôts solides ou vaseux concentrés en un seul point et dont la valeur comme engrais, quand on en trouve le placement, n'est en moyenne que de un franc ou deux la tonne, constitue une cause grave d'embarras et d'insalubrité.

L'extraction de ces dépôts, leur manutention, leur transport, leur déchargement sont autant d'opérations coûteuses et malsaines.

Les applications de ces procédés, qui ont été faites à Reims, Paris, Birmingham, Plymouth, Bilston, Blackburn, etc., etc., ont toutes démontré l'imperfection, la cherté et le danger du système, lequel est partout abandonné et ne trouve plus de partisan sérieux, quel que soit d'ailleurs le mérite des dispositions mécaniques adoptées.

Toutes les compagnies qui se sont formées en Angleterre pour les exploiter, ont été en perte et ont fini par abandonner leur exploitation, laissant les villes livrées à elles-mêmes (Londres, Blackburn, Tottenham, Leiton, Worksop, Leicester, Leeds, etc., etc.).

2° PROCÉDÉS CHIMIQUES

Les procédés chimiques reviennent tous à introduire dans les eaux d'égout une ou plusieurs substances ayant la propriété d'accélérer la précipitation des matières en suspension et d'y englober, autant que possible, les matières organiques solubles.

Les eaux d'égout sont généralement alcalines et se prêtent à des réactions chimiques dont elles deviennent un des éléments. En produisant dans leur sein un précipité gélatineux ou floconneux ce

Digitized by Google

dernier entraîne avec lui, au fond des bassins disposés à cet effet, les matières solides contenues dans le liquide impur et permet de laisser échapper, par un déversement aval, une eau suffisamment claire.

Le nombre des systèmes de clarification chimique est considérable ; rien qu'en Angleterre, on en a expérimenté plus de 250.

Citons, parmi les principaux, le procédé A. B. C. fondé sur l'emploi simultané d'alun, d'argile et de charbon de tourbe ; le procédé Le Chatelier, pratiqué pendant plusieurs années à Paris, fondé sur l'emploi du sulfate d'alumine ; le procédé Knab dans lequel les réactifs employés sont les sels de magnésie, les chlorures et sulfates de fer ; le système Holden (sulfate de fer, chaux et charbon) modifié à Reims par l'emploi de lignites pyriteuses naturelles et l'addition d'une dissolution de phosphate de chaux, etc., etc.

Tous ces procédés permettent de clarifier les eaux plus ou moins, mais laissent subsister dans celles-ci la majeure partie des matières en dissolution.

Aussi le savant docteur anglais Frankland, chargé par son gouvernement de présenter un travail sur la pollution des rivières en Angleterre, arrive à cette conclusion formelle : qu'il faut à tout prix éviter de déverser, dans les cours d'eau, ces masses liquides conservant de telles impuretés et restant encore si riches en éléments fermentescibles.

Aucun de ces procédés chimiques ne donne donc de résultats satisfaisants. Ils présentent, en outre, les graves inconvénients d'entraîner à des frais d'établissement importants, et d'exiger d'énormes surfaces pour les bassins de dépôts.

Comme les procédés mécaniques ils donnent lieu à des dépôts considérables, presque sans valeur (dosant à peine 8 kilogrammes d'azote par tonne), dont la manutention est souvent malsaine et toujours dispendieuse.

Le réactif lui-même est coûteux. Il revient au minimum à 0 f. 01 par mètre cube, ce qui représenterait pour Paris une dépense annuelle de un million de francs. Une pareille dépense est hors de proportion avec le résultat obtenu.

Ajoutons encore qu'on peut reprocher à tous ces procédés chimiques de négliger entièrement la question de l'utilisation des eaux d'égout.

Digitized by Google

3° PROCÉDÉ PAR ÉPANDAGE SUR LE SOL

Ce procédé consiste dans la filtration des eaux d'égout à travers un sol perméable présentant une épaisseur suffisante au-dessus de la nappe d'eau et toute facilité pour assurer l'écoulement des eaux épurées, soit par le fait d'une pente suffisante de la couche imperméable, soit par celui d'un drainage artificiel.

Le sol est incontestablement l'épurateur le plus parfait des eaux chargées de matières organiques. Les eaux de source, le plus souvent si pures et si limpides, ne proviennent-elles pas d'eaux superficielles souillées par des matières végétales et animales et purifiées ensuite par leur trajet à l'intérieur du sol ?

Ce témoignage fourni par la nature se trouve confirmé par les résultats pratiques des irrigations à l'eau d'égout. Enfin cet ensemble de preuves a été complété par l'analyse et l'expérimentation scientifique, ainsi que nous allons le voir.

EXPLICATION DES FAITS (1)

Lorsque des eaux impures, celles des égouts par exemple, sont répandues sur un sol meuble, les matières insolubles sont arrêtées à la surface ; quelques particules plus ténues franchissent ce premier obstacle, mais ne tardent pas cependant à se fixer, de telle sorte qu'au delà d'une profondeur variable avec la nature du sol, mais qui ne paraît jamais dépasser $0^{m}20$ à $0^{m}30$, on ne rencontre plus de parties solides. Tel est le premier effet produit, c'est un simple filtrage mécanique.

L'eau, débarrassée de matières insolubles, descend plus avant, le sol s'en imbibe, chaque particule de terre s'enveloppe d'une couche liquide extrêmement mince. Ainsi divisée l'eau présente à l'air confiné dans le sol une surface énorme ; alors s'opère le second effet de l'irrigation : la combustion, par l'oxygène de l'air, de la matière organique dissoute dans l'eau d'égout. Ce n'est point un phénomène

(1) Les renseignements qui suivent sont extraits, en grande partie, du remarquable rapport de M. Schlœsing, rapporteur de la Commission d'assainissement de la Seine, 1875, et publié chez Gauthier-Villars, Paris, 1876.

Digitized by Google

violent et visible comme le feu, c'est une combustion lente, sans aucun signe extérieur et qui réduit toutes les impuretés organiques en acide carbonique, eau et acide azotique. Cette combustion est même plus parfaite que la combustion vive car elle brûle l'azote, ce que le feu ne peut pas faire.

Quant aux matières insolubles retenues à la surface, elles n'échappent pas davantage à la combustion lente, surtout quand un labour les a divisées et incorporées dans le sol. Tout ce qui en reste est un sable fin, qui comptera désormais parmi les minéraux de la terre.

Mais comment se fait-il que l'oxygène de l'air puisse, dans ces conditions, brûler d'une manière complète les matières organiques des eaux d'égout et nitrifier l'azote ?

D'après les travaux de MM. Schlœsing et Muntz en 1877-1878, cette propriété remarquable serait due particulièrement à des organismes vivants, contenus dans le sol végétal ainsi que dans les eaux d'égout, et capables, comme le mycoderma aceti et d'autres dont M. Pasteur a si bien défini les fonctions, de transporter l'oxygène de l'air sur les matières organiques.

Voici les expériences de M. Schlœsing : Quand on arrose régulièrement et à petite dose avec de l'eau d'égout un sable quelconque, additionné d'un peu d'humus et placé dans un tube vertical en verre, on recueille, à la partie inférieure et dès le début, une eau parfaitement épurée contenant tout l'azote de l'eau d'égout à l'état d'acide azotique ou d'azotate, suivant la nature du sable.

Si on remplace ce mélange de sable et d'humus ou cette terre arable par du sable quartzeux calciné au rouge, l'épuration ne se produit pas dès les premiers jours, mais seulement au bout de quelques semaines, et cela d'une façon tout aussi complète que dans le premier cas. Alors l'eau recueillie à la partie inférieure du tube en verre est parfaitement pure ; elle contient tout l'azote de l'eau d'égout à l'état d'acide azotique.

En outre, si dans le second cas et lorsque l'épuration se produit d'une façon complète, on vient à faire passer dans le tube en verre (travaux de M. Muntz) un courant de chloroforme, le pouvoir épurateur cesse totalement et ne reprend qu'après un lavage prolongé du sable.

De ces expériences on peut conclure : 1° que l'épuration par le sable, pur de toute matière organique, ne s'établit pas dès les pre-

Digitized by Google

miers jours de l'arrosage, parce que les germes des organismes nitrificateurs ne se trouvent pas dans le milieu : 2° que ces germes peuvent être amenés par les eaux d'égout et se développer en quantité suffisante dans l'espace de quelques semaines ; enfin 3° que, dans la terre végétale, au contraire, l'épuration commence immédiatement parce que les organismes sont en pleine possession du terrain.

Les travaux de M. Muntz viennent confirmer indirectement cette explication ; le chloroforme ayant la propriété de paralyser tous les organismes agissant comme ferments, le pouvoir épurateur cesse et se trouve arrêté pendant toute la durée de l'action du chloroforme.

Voyons maintenant, au point de vue des applications, les conclusions à tirer de ces diverses notions scientifiques pour le choix des terrains destinés à épurer les eaux d'égout.

L'action de l'air étant indispensable et l'eau devant traverser facilement le terrain, celui-ci, autant que possible, devra donc être meuble, perméable et présenter une épaisseur suffisante au-dessus de la nappe et de la couche imperméable. Il devra en outre permettre un facile écoulement des eaux filtrées au fur et à mesure qu'elles se produisent, soit naturellement par le fait de la pente à la superficie de la couche imperméable, soit artificiellement au moyen de drainage. L'écoulement des eaux filtrées est indispensable. On conçoit en effet que, si celles-ci pouvaient s'accumuler sur place, la hauteur du sol épurateur pourrait être diminuée et devenir trop faible pour assurer l'épuration complète.

Les terres plus ou moins arables, contenant une plus ou moins forte proportion d'humus, sont donc propres à épurer les eaux d'égout, en même temps qu'elles en utilisent les éléments fertilisants. Mais les terres les plus pauvres, les sables purs assurent au bout d'un temps très court une épuration tout aussi parfaite, l'eau d'égout fournissant elle-même les germes des organismes nitrificateurs que renferme à l'avance l'humus des terres arables.

Dans beaucoup de documents sur les eaux d'égouts on associe à tort les plantes avec le sol comme agents épurateurs ; le sol nu sans végétation suffit pour une purification complète.

Les plantes vivent de composés minéraux : acide carbonique, eau, ammoniaque, acide nitrique, phosphates, etc., etc, et n'absorbent

Digitized by Google

pas, ou seulement dans de très faibles proportions, les substances organiques.

Toutefois elles concourent à l'épuration, mais d'une autre façon, par une action en quelque sorte mécanique. Elles facilitent et déterminent dans une notable proportion l'évaporation de l'eau versée sur le sol et contribuent ainsi à l'évacuation des liquides (expériences de Marié-Dawy au jardin municipal de Genevilliers). De plus, elles consomment en grande partie l'ammoniaque ou l'acide azotique qui en dérive et en déchargent d'autant les eaux épurées.

En conséquence, au point de vue strict de l'épuration, la culture ne présente qu'un intérêt secondaire; au point de vue agricole, elle en présente au contraire un très grand, puisqu'elle permet d'utiliser tous les éléments fertilisants contenus dans les eaux d'égout. Voici l'expérience de M. Marié-Dawy : Quatre anciens bassins maçonnés de 10 mètres de longueur sur 8 de largeur, ayant servi autrefois aux essais d'épuration chimique, ont été remplis, sur 1^{m}80 à 2 mètres de hauteur, du terrain normal de la plaine de Genevilliers.

Des tuyaux de drainage ont été placés sur le fond qui est garni, comme les côtés, d'un enduit imperméable. On a mesuré exactement l'eau impure introduite dans chaque bassin et l'eau épurée à la sortie des drains. Des plantes diverses, notamment des prairies, luzernes, maïs, betteraves, céréales, etc., ont été installées sur la surface des bassins et pesées avec le plus grand soin au moment des récoltes.

Sur 24,000 mètres cubes introduits à l'hectare en une demi-année, il n'en est pas arrivé 1,600 à 1^{m}80 de profondeur. D'une façon générale M. Marié-Dawy a trouvé qu'il n'arrive à la nappe souterraine qu'un quinzième de l'eau versée à la superficie.

La végétation intervient donc comme un puissant drainage vertical.

CONCLUSION

En résumé le sol transforme les eaux impures qu'il reçoit, les oxyde et en fait un excellent engrais liquide.

Les plantes absorbent à leur profit les éléments utiles de cet engrais et rendent à l'atmosphère, par l'évaporation, la majeure partie du liquide qui a servi de véhicule.

Digitized by Google

Ainsi l'épuration et l'utilisation agricole se complètent.

Si une ville cherche avant tout l'épuration elle pourra forcer les doses et compter sur le sol pour minéraliser les impuretés organiques qui sont offertes en surabondance à la végétation. Si l'utilisation agricole est entrée dans les mœurs des cultivateurs de la banlieue, les doses pourront être diminuées de manière à éviter toute perte de matières fertilisantes. Les plantes, étant en quantités suffisantes, ne laisseront plus descendre aux nappes souterraines un atome nutritif des eaux. Non seulement l'épuration mais la restitution elle-même sera accomplie.

COMMENT LES EAUX SONT AMENÉES SUR LES CHAMPS A IRRIGUER

Dans la pratique deux modes ont été employés, pour amener les eaux d'égout sur les champs d'irrigation. Dans le premier, comme dans le second, sauf de rares exceptions, elles sont, à la sortie du Collecteur Général, élevées, à un niveau suffisant, à l'aide de puissantes pompes et machines à vapeur, puis envoyées dans une canalisation en fonte ou en béton qui se ramifie de façon à les porter sur les diverses parties de la plaine ou du plateau à irriguer.

De ces canalisations maîtresses partent des canalisations secondaires, conduisant l'eau dans chaque propriété ou culture. Là, dans le premier mode, la canalisation, généralement en fonte, se ramifie de manière à présenter de nombreuses prises, semblables aux bouches d'arrosage de Paris, et avec lesquelles on peut répandre l'eau sur les champs à l'aide de lances d'arrosage. Ce mode de distribution exige une grande élévation des eaux au départ, une canalisation toute en fonte puisque celle-ci doit être en charge, de plus un developpement considérable de tuyaux ; il est donc très coûteux. D'autre part il est facile de voir *a priori* qu'il est peu pratique, aussi est-il abandonné dans les rares villes d'Angleterre où on a commencé à l'employer et aujourd'hui il ne rencontre plus de partisans.

Dans le second mode il n'y a qu'une prise d'eau par propriété ou culture, prise formée généralement par une poterie en grès, munie d'un appareil simple de fermeture, permettant au cultivateur de pren-

Digitized by Google

dre de l'eau quand bon lui semble et en telle quantité qu'il lui convient. Cette prise débouche verticalement dans un canal en terrasse, situé au point haut de la propriété et, au besoin, en remblai sur le sol. De ce canal l'eau est répandue sur toute la surface du terrain en culture au moyen de saignées latérales et de rigoles. C'est donc un épandage de l'eau par simple déversement.

Dans ce second mode la canalisation maîtresse, forcément plus ou moins en charge, est toujours en fonte (1) ; quant aux canalisations secondaires elles peuvent être en béton, ou en poteries de grès vernissé.

Ainsi qu'on peut s'en rendre compte par l'exposé succinct que nous venons de faire, cette manière d'amener l'eau à la surface des terrains à irriguer est évidemment la plus simple, la moins coûteuse et la plus pratique; aussi est-ce la seule adoptée partout et la seule dont nous nous occuperons.

CONDITIONS A REMPLIR POUR OBTENIR UNE BONNE ÉPURATION

Voyons maintenant quelles sont les conditions à remplir pour obtenir une bonne épuration.

Voici comment MM. Schlœsing, Frankland et autres s'expriment à cet égard :

Si on considère le mécanisme de l'épuration, on y voit deux mouvements : celui de l'eau et celui de l'air.

Le mouvement de l'eau comprend :

1° La distribution des eaux impures à la surface,

2° La filtration à travers le sol épurateur, accompagnée de la combustion des matières organiques, et

3° L'évacuation des eaux épurées.

Le mouvement de l'air consiste en échanges entre le sol et l'atmosphère, ayant pour effet de renouveler constamment la provision d'oxygène dans le sol, à mesure qu'elle est consommée par la combustion des impuretés de l'eau.

Entre ces divers mouvements et le pouvoir épurateur du sol, il y

(1) Cependant à Gennevilliers on n'a pas craint de faire une conduite maîtresse en béton de $0^{m}80$ de diamètre, moulée sur place, cette conduite, établie depuis plus de dix ans, fonctionne toujours sans avarie, malgré une charge qui va jusqu'à 10 mètres.

Digitized by Google

a des dépendances évidentes: l'aération et la circulation de l'eau sont comme les pourvoyeurs de l'épuration dont le sol est l'instrument.

On peut favoriser l'aération par le labour, le drainage; on peut lui nuire par l'excès d'apport d'eau.

Les mouvements de l'eau sont entièrement à la disposition de l'homme qui peut en régler la distribution et l'évacuation comme il lui plaît.

Quant au pouvoir épurateur du sol ou, en d'autres termes, la quantité d'eau d'égout que le sol peut épurer dans un temps donné, ce pouvoir lui est propre; on ne le change pas, on ne peut que le mesurer.

Le sol ayant reçu les préparations mécaniques destinées à faciliter la circulation de l'air, on n'a plus d'action sur l'aération, si ce n'est par les apports d'eau. Dès lors les conditions voulues pour une bonne épuration ne concernent plus que celles qui doivent régler les mouvements de l'eau.

DISTRIBUTION ET FILTRATION DES EAUX IMPURES

La perfection serait d'avoir une distribution continue, puisque l'épuration, phénomène de combustion lente, et l'aération qui est un fait mécanique, sont l'une et l'autre continues. Or l'irrigation est nécessairement intermittente; par suite la filtration et l'évacuation le sont aussi.

Cette intermittence, convenablement réglée, ne nuit pas à la continuité de l'épuration; mais il est évident que les variations dans les apports de l'eau doivent être comprises dans certaines limites, en dehors desquelles l'opération serait compromise.

Pour bien fixer les idées sur ce point, supposons un tube vertical assez large, rempli de terre meuble, dans lequel on verse de l'eau de manière à remplir tous les vides et qu'on laisse ensuite bien égoutter. Si l'on vient à y verser une petite quantité d'eau, celle-ci n'ira pas parcourir toute la longueur du tube; elle prendra simplement la place d'un égal volume d'eau, logé dans le haut du tube, lequel va descendre et déloger à son tour un égal volume qui demeurait au-dessous de lui et ainsi de suite.

Digitized by Google

C'est ainsi que procède la filtration de l'eau dans l'irrigation intermittente. Assurément dans la pratique, les choses ne se passent pas avec la précision d'une expérience de laboratoire ; l'eau versée dans une rigole rayonne en divers sens et ne s'enfonce pas partout verticalement, mais la répétition des mêmes manœuvres entraîne la répétition des mêmes effets; l'eau prend les mêmes chemins et le déplacement régulier doit se produire plus exactement qu'on ne serait tenté de le croire à première vue.

Ainsi l'eau arrivant à la surface du sol filtrant s'y enfonce peu à peu, méthodiquement, par relais successifs, en prenant les mêmes chemins que celle qui l'a précédée. Or c'est pendant qu'elle parcourt l'épaisseur de la couche filtrante, qu'a lieu le phénomène de la combustion lente des matières organiques. Il est évident alors que, si le temps du trajet de l'eau est plus court que celui de l'épuration, l'eau sortira du sol sans être entièrement épurée; et que, au contraire, si le temps du trajet (qui dépend des quantités d'eau amenées) égale ou dépasse le temps nécessaire à la combustion complète des impuretés, l'eau sortira parfaitement épurée de la couche filtrante.

La condition essentielle que doit remplir une distribution pour que l'épuration soit complète, est donc qu'elle soit réglée de telle sorte que l'eau demeure toujours dans l'intérieur du sol, au moins le temps voulu pour une combustion parfaite de tous les éléments organiques.

ÉVACUATION DES EAUX

Il y a des sols qui sont très perméables et qui présentent en même temps une grande épaisseur au-dessus des eaux souterraines; pour ceux-là toute précaution prise en vue de l'évacuation des eaux filtrées serait superflue. Mais, le plus souvent, surtout quand la distribution atteint une certaine importance, il est indispensable d'ouvrir un chemin aux eaux épurées. C'est au drainage qu'on a recours; son établissement est surtout nécessaire dans les terrains compacts reposant sur des sous-sols peu perméables, comme il y en a beaucoup en Angleterre. Sans lui l'eau s'accumulerait dans le sol et remplirait les interstices réservés à l'air ; dès lors seraient supprimées à la fois l'aération, la combustion des matières organi-

Digitized by Google

ques et par suite l'épuration; la putréfaction s'emparerait du terrain. La nécessité de drainer s'impose encore dans certains cas, où l'on pourrait s'en croire dispensé ; par exemple lorsqu'un terrain graveleux, essentiellement filtrant, est placé sur un fond imperméable. Les eaux d'infiltration rassemblées sur ce fond s'écoulent selon sa pente en filtrant à travers les matériaux du sol. Or, si l'inclinaison est faible, si la distance à parcourir est considérable, si la distribution à la surface est faite avec l'abondance que la nature du terrain semble autoriser, il se forme une nappe souterraine qui augmente d'épaisseur jusqu'à ce qu'elle ait pris une pente suffisante pour son écoulement. La hauteur du sol épurateur peut être ainsi diminuée et devenir trop faible pour assurer l'épuration complète.

En résumé entretenir le plus possible l'aération du sol, distribuer l'eau régulièrement, c'est-à-dire en même quantité et à des intervalles de temps égaux, de manière que sa descente à travers le sol dure au moins le temps voulu pour son épuration ; prendre, quand cela est nécessaire, des dispositions pour assurer l'évacuation de l'eau, afin de ne jamais l'accumuler dans le sol ; telles sont les conditions d'une bonne épuration.

On voit par là que, dans les applications, la première chose à faire est de déterminer le pouvoir épurateur du sol, puisque c'est ce qui permettra de connaître le temps minimum que l'eau doit y séjourner pour obtenir une épuration satisfaisante.

DÉTERMINATION DU POUVOIR ÉPURATEUR DU SOL

Le pouvoir épurateur du sol peut se déterminer par l'expérience directe suivante, due au docteur Frankland.

Dans un tube vertical de 2 mètres de long, de 0^m25 à 0^m30 de diamètre, dont l'extrémité inférieure repose sur du gravier contenu dans un bassin, on dispose les échantillons des diverses couches de la terre qu'il s'agit d'expérimenter et dans le même ordre que celui existant dans le sol naturel.

Chaque jour on verse sur la terre un volume connu et constant d'eau d'égout, assez faible pour que l'épuration soit parfaite et cela pendant plusieurs semaines ; puis on passe à une dose journalière d'eau d'égout plus élevée et on la maintient encore pendant plusieurs semaines et ainsi de suite, en augmentant toujours la dose

Digitized by Google

jusqu'à ce que l'analyse des liquides filtrés annonce qu'on a atteint la dose maximum, à partir de laquelle l'épuration n'est plus complète.

De cette expérience il est facile de déduire ce qu'un mètre carré du sol expérimenté et, par suite, un hectare du même terrain peut épurer au maximum par jour ou par an. On peut également en déduire le temps nécessaire à l'épuration, c'est-à-dire le temps pendant lequel l'eau impure doit séjourner dans le sol épurateur avant d'être évacuée. C'est, en jours, le quotient du nombre de litres d'eau que le sol peut retenir (1) par le nombre de litres d'eau impure que cette même quantité de terre peut épurer par jour.

C'est à l'aide de cette méthode que Frankland a montré qu'un mètre cube de sable pur ou de craie peut épurer par jour jusqu'à 33 litres d'eau d'égout de Londres, et que les terres à la fois sableuses et argileuses ou marneuses ont un pouvoir épurateur encore plus grand.

Il est évident que, dans ces calculs, il faut toujours se rappeler que l'application en grand ne saurait réaliser les conditions de régularité qu'il est facile d'observer dans une expérience en petit et que, par conséquent, il y a lieu de réduire dans une certaine proportion les doses maxima trouvées au laboratoire.

En Angleterre, quand il s'agit simplement d'épuration, on arrive à une dose annuelle par hectare de 80,000 à 200,000 mètres cubes d'eau, s'élevant parfois à 240,000, et cela avec un sol ayant une épaisseur utile de 1m80 à 2 mètres.

En France, à Genevilliers, les cultivateurs irriguent à la dose de 45 à 50,000 mètres cubes. Cette quantité, ainsi que l'a reconnu une enquête faite en 1876, est loin d'être un maximum.

De plus à cette dose d'irrigation, qui représente cependant déjà une fumure quatre ou cinq fois plus abondante que la fumure ordinaire, les terrains irrigués ne se colmatent pas, et les terres conservent en entier leur pouvoir épurateur. Ces faits ont également été constatés par la susdite enquête de 1876.

D'ailleurs il n'y a pas d'exemple d'une terre arable perméable

(1) Nombre facile à déterminer expérimentalement en pesant le tube plein de terre sèche avant l'introduction de l'eau et le repesant de nouveau après mouillage et égouttage.

Digitized by Google

rendue imperméable par de copieuses fumures. L'oxydation des débris organiques se proportionne dans le sol à leur abondance et il se fait un équilibre entre la quantité enfouie annuellement et l'intensité de la combustion, pourvu que l'air ait dans le sol un accès suffisant et que les eaux épurées puissent s'évacuer au fur et à mesure de leur production.

SURFACES NÉCESSAIRES A L'ÉPURATION PAR LE SOL DES EAUX D'ÉGOUT D'UNE VILLE

L'expérience de Frankland, que nous avons décrite plus haut, suffit pour déterminer la surface minima nécessaire à l'épuration d'un cube donné d'eau d'égout.

Cette détermination se présente à deux points de vue essentiellement différents, suivant qu'on se propose de trouver la surface strictement nécessaire à l'épuration ou, au contraire, celle qu'il faudrait pour assurer en même temps une bonne utilisation agricole des eaux d'égout.

Nous avons vu, en effet, qu'une irrigation, à la dose de 10,000 mètres cubes à l'hectare et par an, correspond à une bonne fumure ordinaire et qu'on peut faire épurer à certains terrains jusqu'à 240,000 mètres cubes d'eau d'égout par an et par hectare, soit une dose 24 fois plus forte. D'autre part, quelle que soit l'intensité d'une culture, on n'arrivera jamais à faire produire à un seul hectare ce que peuvent produire 24 autres hectares cultivés à la façon ordinaire. Par conséquent, au point de vue de la bonne utilisation agricole des eaux d'égout, et pour satisfaire d'une façon plus large à la loi de restitution, la surface à irriguer devra être au moins 20 fois plus grande dans ce cas que dans celui où l'on cherche seulement l'épuration.

On voit par là quelle énorme différence il y a entre les superficies nécessaires pour l'une ou pour l'autre opération.

Elles se distinguent encore sous d'autres rapports.

L'épuration sur une surface restreinte assujettit à des conditions de distribution, de drainage qu'il est assez malaisé ou dispendieux de bien remplir.

L'utilisation sur de larges surfaces en est presque exempte; avec

Digitized by Google

elle on peut choisir le temps et la dose des arrosages ; la culture des céréales et l'alternance deviennent possibles ; le drainage, souvent nécessaire pour enlever les eaux épurées, perd son importance quand on distribue seulement 10,000 mètres cubes par hectare et par an, ce qui représente déjà environ 550 kilogrammes d'azote.

Quand on a en vue l'utilisation agricole la culture est la grande affaire ; l'épuration, elle, se fait en quelque sorte sans qu'on y prenne garde. Quand, au contraire, on a uniquement en vue la question d'assainissement, la culture n'a qu'une importance secondaire, l'épuration est tout.

Cette comparaison entre l'utilisation et l'épuration suffit pour démontrer combien l'une est plus satisfaisante que l'autre. Mais, si riche qu'elle soit, une ville ne peut souvent pas exproprier des terrains en quantité suffisante pour y organiser tout un système de culture et utiliser les eaux d'égout d'une façon complète ; ses intérêts immédiats s'y opposent et l'obligation d'obéir à la loi de restitution ne va pas jusque-là. Pour mener à bien une entreprise de cette importance, il faut le concours des intéressés, des détenteurs du sol ; ce concours ne peut être obtenu que lorsque les cultivateurs comprennent combien l'emploi des eaux d'égout peut leur être profitable.

Mais pour que cette instruction se réalise, pour vaincre les oppositions et les habitudes invétérées de culture et en faire adopter de nouvelles, il faut plusieurs années. Pendant ce temps la ville peut se contenter de l'épuration stricte qui répond aux besoins d'assainissement les plus urgents. Cette première solution ne fait du reste que préparer la solution philosophique de l'avenir : la plaine de Gennevilliers en offre un exemple frappant ; on passera de l'une à l'autre sans transition brusque. La solution imparfaite donnée dans le principe à la question des eaux d'égout en vue d'un devoir à remplir, devient plus tard la solution complète par le seul fait de son développement.

PROCÉDÉS CHIMIQUES ET FILTRATION PAR LE SOL, EMPLOYÉS SIMULTANÉMENT

Bien des combinaisons sont possibles entre les procédés chimiques et la filtration par le sol.

Digitized by Google

Voici à cet égard l'avis formulé par la commission d'assainissement de la Seine, 1875 (Rapport de M. Schlœsing).

« La commission pense que la filtration préalable des matières solides, légères, entraînables par les eaux dans les canaux d'irrigation, est inutile, l'eau d'égout les transportant et les distribuant gratuitement sur de larges surfaces. D'autre part on ne peut guère compter, jusqu'à présent, sur la précipitation d'une fraction importante de matières organiques solubles ayant pour effet utile de diminuer la part réservée au sol dans l'épuration. En outre il est à remarquer que les matières en suspension dans l'eau d'égout jouent un rôle avantageux, pendant l'épandage des eaux dans des sols graveleux. En obstruant partiellement les rigoles elles permettent à l'eau de s'étendre plus également. Des eaux limpides seraient absorbées par ces sortes de terrain avec une extrême avidité et l'on pourrait renouveler avec elle l'expérience de M. Belgrand sur l'absorption des eaux limpides de la Vanne par le sable de la forêt de Fontainebleau (1). L'opération nécessaire et suffisante qui doit précéder le déversement des eaux sur le sol est l'élimination des graviers et des sables par un procédé mécanique. »

Nous rappelons à ce sujet que, dans l'application du « tout à l'égout » telle que nous l'avons décrite, les eaux d'égout ne doivent contenir que peu de sable et que ce peu de sable est facile à arrêter.

(1) L'absorption a été en moyenne de $2^{mc},28$ par mètre superficiel et par jour; dès que l'écoulement cessait le lac formé par les eaux tombait à sec.

Digitized by Google

CHAPITRE II

INNOCUITÉ DES IRRIGATIONS AUX EAUX D'ÉGOUT

MÊME CHARGÉES DE MATIÈRES DE VIDANGE

OBJECTIONS TIRÉES DE LA MICROBIOLOGIE

L'épuration par le sol des eaux d'égout, même chargées de matières de vidange, est non seulement la plus parfaite mais aussi la plus satisfaisante au point de vue hygiénique.

Malheureusement, en France, les questions relatives à l'assainissement des villes sont encore peu connues et obscurcies par des préjugés, des exagérations et des erreurs qu'il importe de faire disparaître. Ces questions, cependant, ne sont pas neuves ; elles ont provoqué depuis longtemps, surtout à l'étranger, des recherches scientifiques et des applications pratiques qui permettent de constituer dès à présent tout un ensemble très satisfaisant de notions précises. Ce sont ces notions, qui nous viennent pour la plupart d'Angleterre et que nous avons essayé de résumer dans ce travail, qui sont appelées à former l'opinion publique et à guider les municipalités dans les résolutions qu'elles ont à prendre relativement à l'assainissement de leurs villes.

Malgré l'expérience acquise, des craintes ont été exprimées à l'égard de l'épuration des eaux d'égout par le sol.

Nous allons les examiner.

Le rapporteur de la commission technique de Paris (1880), M. Brouardel (actuellement doyen de la faculté de médecine de Paris) les a formulées de la façon suivante : « Les eaux d'égout, surtout si on y envoie les matières de vidanges, seront chargées de tous les germes infectieux ; ceux-ci déposés sur le sol pourront n'être pas détruits par l'oxydation générale des matières organiques ; ils seront repris

Digitized by Google

avec les produits comestibles récoltés sur le sol épurateur, réintroduits dans la ville et ingérés par les habitants chez lesquels ils développeront une nouvelle épidémie. »

Cette objection est entièrement basée sur les communications concernant le charbon faites par M. Pasteur à l'Académie de médecine ; nous les avons déjà exposées, nous n'y reviendrons donc pas.

Pour rendre la lumière plus complète sur cette question nous allons reproduire une communication faite, relativement au même sujet, par M. Cornil, professeur de microbiologie à la faculté de médecine de Paris.

On pourrait nous objecter que nous entrons ici sur un terrain qui n'est pas celui de l'ingénieur. A cette objection nous répondrons que l'ingénieur municipal, sans prétendre à une connaissance approfondie de ces questions, qui sont évidemment plutôt du ressort des médecins, doit néanmoins posséder les faits bien acquis, sous peine de s'exposer à commettre de graves erreurs dans l'exécution des projets d'assainissement qui lui sont confiés.

« Les spores du charbon (découvertes par M. Koch en 1876) naissent dans l'intérieur de petits bâtonnets qui sont les formes adultes de cet organisme.

« Le savant allemand a constaté que ces spores introduites dans le tube digestif d'un animal donnaient le charbon sans qu'il fût nécessaire que des plaies ou des écorchures aient été préalablement faites dans la bouche.

« Les spores du charbon conservent leur virulence pendant très longtemps, dans un tube bouché par un tampon de ouate, par suite exposés au contact de l'air, sans leur liquide de culture.

« Mais si l'on enterre assez profondément dans un champ des animaux charbonneux de suite après leur mort, *sans les avoir écorchés, sans avoir laissé tomber leur sang sur le sol*, il n'y a pas de danger pour les animaux bien portants qui viendront paître dans la prairie, au-dessus des cadavres des animaux ensevelis. Depuis 5 à 6 ans on a enterré dans les prés, aux environs de Chartres, des moutons charbonneux ; ces moutons ont été enfouis d'abord à deux ou trois mètres, puis moins profondément et finalement tout à fait à la surface de la terre et on y a fait pacager les moutons.

« Aucun de ces moutons n'est mort, tout simplement parce que les bâtonnets du charbon contenus dans le sang des animaux

Digitized by Google

enterrés n'avaient pas été mis en contact avec l'oxygène de l'air et étaient morts avant d'avoir pu former des spores qui sont les germes durables de la maladie. »

DISCUSSION

1° AVIS D'HYGIÉNISTES FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

M. Brouardel s'est évidemment trop hâté de généraliser des faits établis seulement en ce qui concerne le charbon et d'admettre pour toutes les maladies, par une généralisation que rien n'autorise dans l'état actuel des connaissances, l'existence de germes présentant une ténacité de vie analogue à celle reconnue pour les spores du charbon. M. Pasteur a reconnu, au contraire, que pour toutes les maladies humaines contagieuses et notamment pour le choléra, la fièvre typhoïde, etc., la science n'avait aucun fait du même genre qu'elle pût affirmer.

L'ojection présentée au mode d'épuration des eaux d'égout par filtration sur le sol n'a donc pas la valeur scientifique qu'elle semble avoir *a priori;* elle ne s'appuie sur aucun fait, et la pratique des irrigations à l'eau d'égout sur des sols cultivés, qui dans certaines villes, Edimbourg, Milan, Novare, Valence, Lausanne, etc., etc. remonte à plus d'un siècle, en a démontré surabondamment l'innocuité complète.

En admettant, d'ailleurs, pour toutes les maladies humaines, l'existence de spores analogues à celles du charbon, en admettant en outre leur transport sur les sols cultivés par les irrigations à l'eau d'égout, il faudrait pour le retour à la ville un concours de circonstances peu probables.

En effet leur ténuité leur fera suivre l'eau à une certaine profondeur à l'intérieur du sol et, pour que leur retour à la ville ait lieu, il faudra donc d'abord qu'ils soient ramenés à la surface, ce qui ne peut avoir lieu que par l'intermédiaire des vers de terre, ainsi que l'a déclaré M. Pasteur. Or les vers périssent et n'existent plus là où il y a irrigation; donc déjà peu de probabilité dans la présence de spores à la surface du sol.

Digitized by Google

D'autre part on sait parfaitement qu'ils ne peuvent entrer à l'intérieur des tissus des plantes qui n'absorbent pour leur nourriture que des gaz ou des substances minérales en dissolution dans l'eau.

Enfin viendrait-il à s'en déposer à la surface des plantes, par le fait de l'irrigation (qui cependant ne doit jamais mouiller les plantes) ou pour toute autre cause accidentelle, ils ne pourraient causer de préjudice. En effet ces plantes, avant de servir à l'alimentation, seraient soumises à la cuisson, c'est-à-dire à une température supérieure à 100 degrés, reconnue suffisante pour la destruction des spores; ou, si elles étaient mangées à l'état cru, elles seraient soumises à un lavage énergique, suffisant pour entraîner tous les spores qui auraient pu se déposer à leur surface. L'objection sur les dangers de retour n'est donc pas fondée.

Au surplus, si les phénomènes de putréfaction sont impuissants à les détruire, il est évident, et M. Pasteur n'a jamais songé à affirmer le contraire, qu'il existe des causes de destruction autres qu'une élévation de température de 100 degrés, sans quoi il n'existerait plus un être vivant sur terre.

MM. Pasteur, Koch et bien d'autres savants ont reconnu que le contact prolongé avec l'air, s'il ne détruit pas les germes des maladies infectieuses, en atténue considérablement les effets pernicieux; une ventilation énergique est considérée comme un puissant moyen d'assainissement des salles d'hôpitaux. Or le contact prolongé avec l'air est précisément obtenu dans la pratique de l'épuration des eaux d'égout par le sol.

OPINION DU DOCTEUR FRANKLAND

Voici l'opinion du célèbre hygiéniste anglais, le docteur Frankland :

« J'ai suivi avec le plus vif intérêt les dernières recherches de votre illustré compatriote, M. Pasteur, et je les considère comme de la plus haute importance au point de vue de la santé publique. Je suis d'accord avec lui sur ce point que des germes de maladies d'espèces diverses sont probablement soumis aux mêmes lois de développement que les bactéries ordinaires et le poison du charbon.

« Pourtant ces considérations n'ont point modifié mon opinion sur l'innocuité de l'irrigation par les eaux d'égout; car cette innocuité

Digitized by Google

est prouvée par une ample série d'épreuves, tandis que les conditions qui favorisent ou détruisent les bactéries sont encore à peine connues; et il n'est pas improbable que les agents qu'on considère comme incapables d'affecter la vitalité de ces organismes n'aient la force d'exercer rapidement sur eux une influence fatale, tandis que d'autres agents, réputés mortels à l'égard des mêmes organismes, peuvent les laisser sans atteinte. Ce qui a été prouvé par des expériences récentes dans mon laboratoire, c'est qu'alors que les bactéries vivent et se multiplient dans l'acide sulfurique, le cyanogène et d'autres poisons mortels, elles sont promptement détruites par cet élément si inoffensif : le fer métallique.

« Qu'il y ait, dans la nature, des agents puissants pour la destruction des germes de maladies, on n'en saurait douter : autrement, la race humaine serait depuis longtemps exterminée. Ces agents constituent encore, pour la plupart, un problème non résolu; mais l'expérience paraît montrer que quelques-uns d'entre eux agissent dans le procédé de l'irrigation par les eaux d'égout, car il a été maintes fois démontré dans notre pays que les eaux d'égout, même infectées par le choléra et la fièvre typhoïde, n'ont jamais, tant qu'elles sont employées en irrigation, transmis de maladie soit à ceux qui vivent sur les terres arrosées, soit à ceux qui en consomment les produits, quoique *a priori*, je l'avoue, on soit disposé à prévoir le contraire (1). »

EXPÉRIENCES DE MM. MARIÉ-DAVY ET MIQUEL

En France, MM. Marié-Davy et Miquel ont confirmé scientifiquement, par leurs remarquables expériences, la parfaite innocuité de l'irrigation aux eaux d'égout.

Par une étude journalière et détaillée des deux grandes classes qui se trouvent dans l'atmosphère, les spores des cryptogames d'une part et les microgermes de bactériens, ou vibrioniens de l'autre, ils ont reconnu que ces derniers, seuls germes animés, diminuaient en nombre, d'une manière générale, dans l'atmosphère pendant les périodes d'humidité. L'humidité du sol rend les vibrioniens plus

(1) Lettre de M. le Dr Frankland, adressée à M. Mille, inspecteur général des ponts et chaussées, le 17 mai 1881.

Digitized by Google

adhérents à la terre et empêche les vents de les disperser avec les poussières qu'ils soulèvent.

Les deux expériences suivantes ont été faites sur les eaux d'égout et un certain nombre d'autres substances.

Dans une grande cloche on laisse séjourner, à une température de 25 à 70°, un certain cube de substances putrescibles. Un ballon, entretenu à une température suffisamment basse par un courant d'eau froide, se trouve à la partie supérieure de la cloche et retient sur sa surface extérieure la vapeur d'eau dégagée de la substance en putréfaction. On a pu ainsi récolter jusqu'à 100 et 200 grammes d'eau de condensation, l'introduire dans les liqueurs les plus altérables et constater qu'il s'y trouve des germes vivants. Le résultat a été absolument négatif quand on a placé sous la cloche, *à la température ordinaire*, de l'eau chargée des mêmes substances putrescibles ou notamment de l'eau d'égout. Si on laisse cette eau se sécher les résultats deviennent, au contraire, positifs ainsi qu'avec de l'urine, du bouillon putréfié, de la viande, etc.

Dans une autre expérience, une cloche communique latéralement avec un petit ballon renfermant une liqueur altérable, destinée à nourrir les microbes dont on recherche les germes. A sa partie inférieure la cloche repose sur une masse de terre maintenue humide à l'aide d'eau d'égout. Cette masse forme un bourrelet autour du bord inférieur de la cloche, de telle sorte que l'air extérieur est forcé de traverser cette terre pour se rendre dans la cloche et de là dans le ballon témoin. Or, lorsque l'air passe à travers la terre ainsi imbibée d'eau d'égout, la liqueur du ballon reste stérile, tandis que si l'air extérieur est introduit directement, sans filtrer à travers la terre, dans la cloche et de là dans le ballon, la liqueur entre immédiatement en putréfaction.

Ainsi la pratique des irrigations continues, faites sur un sol convenablement humide, diminue plutôt qu'elle n'augmente la quantité de microphytes dangereux pouvant se répandre dans l'air.

OPINION ET EXPÉRIENCES DE M. CORNIL RELATIVEMENT A L'ÉPANDAGE DES EAUX D'ÉGOUT SUR LE SOL

Nous croyons avoir déjà surabondamment prouvé l'innocuité de l'épandage des eaux d'égout sur le sol et montré qu'en l'état actuel de nos connaissances, c'est le seul procédé pratique d'épuration

Digitized by Google

pour les eaux d'égout, surtout lorsqu'il s'agit d'une grande ville.

Cependant, comme il y a là une question fondamentale des plus importantes, sur laquelle deux savants français : Pasteur et Brouardel, ont émis des doutes, il nous paraît utile de lui donner ici le développement nécessaire.

Voici, toujours relativement à ce sujet, quelques extraits d'un rapport remarquable fait au sénat, en décembre 1888, par M. Cornil (1) relativement à une discussion concernant l'épuration des eaux d'égout de la ville de Paris.

« Dans ces derniers temps on s'est beaucoup préoccupé de ce que devenaient les micro-organismes quand ils passent à travers des sols perméables. Nous avons fait à ce sujet, avec mes préparateurs MM. Chantemesse et Widal et M. Grancher a fait, de son côté, des expériences pour savoir ce que deviennent les micro-organismes, d'une espèce déterminée facile à reconnaître par ses caractères, versés à la surface d'un de ces grands tubes remplis de la terre de Gennevilliers.

« Nous avons, de cette façon, placé à la surface de nos tubes des microbes de la fièvre typhoïde et nous avons cherché si ces micro-organismes de la fièvre typhoïde passaient à travers la couche de terre et se retrouvaient dans l'eau recueillie au bas de nos tubes. Or il n'en passe pas, on a beau répéter l'expérience plusieurs semaines de suite. — M. Grancher l'a répétée pendant plusieurs mois consécutifs et il n'a pas pu en retrouver un seul.

« Le sol est donc devenu tout à fait imperméable aux microbes à une profondeur donnée. Ce fait a été confirmé aussi par une série d'expériences d'un autre genre.

« Lorsqu'on prélève, à l'aide d'un perforateur, un échantillon de terre recueillie à un mètre de profondeur et qu'on l'examine au point de vue des micro-organismes, on n'en trouve pas. On ne peut retrouver aucun de ceux qui ont été semés à la surface de la terre; les microbes ne passent donc pas dans l'eau des drains qui emportent l'eau versée à l'état d'eau d'égout à la surface.

« Après avoir filtré à travers un mètre ou un mètre et demi de terre cette eau impure apparaît tout à fait nette, claire, ne conte-

(1) Sénateur et professeur de microbiologie à la Faculté de médecine de Paris.

Digitized by Google

nant presque pas de micro-organismes et, notamment, aucun de ceux qui ont été semés à la surface. Ainsi lorsqu'on sème des micro-organismes à la surface de la terre et qu'on recueille ce qui sort à l'extrémité des tubes d'essai, c'est-à-dire à travers les drains, on ne trouve pas trace des micro-organismes semés ; ils sont restés en route, à 30, 40, 50 centimètres au-dessous de la surface du sol.

« Ils ne sont pas détruits, mais il sont pour ainsi dire enterrés, et le sol est leur cimetière. Je m'expliquerai bientôt à ce sujet.

« De toute façon, ces expériences dans des tubes sont tout à fait démonstratives au point de vue de la clarification de l'eau. Ces mêmes expériences ont été faites, cette année encore, dans des cases qui existent à Gennevilliers, où l'on faisait autrefois des épurations chimiques. Ces cases sont fermées, à leur partie inférieure, par un béton imperméable ; elles sont donc tout à fait étanches et sont remplies avec de la terre de Gennevilliers.

« Elles ont une surface de 5 ares et une profondeur analogue à celle de la terre de la localité, c'est-à-dire 2 mètres ou 2 mètres et demi.

« On a répandu sur cette terre, et en très grandes quantités, des eaux d'égout pendant un certain nombre de jours, pendant plusieurs mois même ; puis on a recueilli successivement l'eau écoulée à la partie inférieure et on a vu que ces eaux étaient absolument pures.

« Elles ont été examinées au point de vue chimique et bactériologique.

« Or, au point de vue chimique, elles contiennent extrêmement peu de substances dissoutes.

« La quantité de micro-organismes contenus dans cette eau varie entre 40 et 600 au maximum par centimètre cube, tandis que celle qui se trouve dans l'eau d'égout est de 80 à 200,000 microbes par centimètre cube.

« En somme cette eau des terrains de Gennevilliers ne renferme pas plus de micro-organismes que celle de la Vanne ou de la Dhuys, cela résulte de toutes les expériences, de toutes les analyses qui ont été faites, par M. Miquel en particulier. On ne trouve pas dans cette eau plus de micro-organismes que dans les eaux pures de source qui sont données aux habitants de Paris.

« Les micro-organismes qui se trouvent à la surface du sol ne passant pas dans les couches profondes, ceux qu'on trouve ici vien-

Digitized by Google

nent accidentellement de l'air ou des berges du terrain dans lequel coule cette eau.

« Les eaux d'égout contiennent une proportion considérable d'azote, une proportion énorme de matières organiques en suspension, et, en dissolution, beaucoup de potasse et de sels de tous genres. Au contraire les eaux de drains contiennent très peu d'azote, elles en renferment, par exemple, deux grammes ou seulement un gramme par mètre cube, peut-être moins, d'après certaines analyses. En outre elles ne renferment que des substances dissoutes; il n'y a pas de matières en suspension.

« Recherchons maintenant en quoi consistent les phénomènes qui se passent à la surface du sol.

« Le sol sur lequel on épand les eaux d'égout contient déjà lui-même des micro-organismes. D'autre part, toutes les fois qu'on cultive un terrain, on y ajoute des fumures de nature quelconque, soit du fumier de ferme, soit du fumier des rues de Paris ou gadoue, soit de l'engrais humain ou engrais flamand, soit, enfin, des matières d'égout ou n'importe quel autre engrais.

« Eh bien, dans tous ces engrais de même que dans toutes les terres quelles qu'elles soient, même la terre des forêts incultes et jusque dans une parcelle infinitésimale de cette terre, il y a une quantité considérable de matières organiques et de micro-organismes; si bien que, par exemple, une parcelle grosse comme une tête d'épingle du sol de la rue, de la terre que nous avons tous à la semelle de nos chaussures, contient des milliers de micro-organismes. Cependant, après avoir traversé une certaine épaisseur de ces terres, les eaux sortent pures et la nappe souterraine n'est pas souillée.

« La terre a servi de filtre naturel. Cette constatation résulte des travaux et des recherches de MM. Pasteur et Joubert, qui ont reconnu la pureté parfaite des eaux de source et l'absence de tous microbes dans ces liquides *au point d'émergence des sources.*

« Ainsi un puits qui est en communication avec la nappe souterraine à 2 mètres, 3 mètres au-dessous du sol, ne sera contaminé que s'il y tombe, par l'intermédiaire de l'air, des micro-organismes ou s'il se produit des infiltrations provenant de fosses à purin non étanches ou de puisards. Un puits peut alors être contaminé par

Digitized by Google

voisinage, c'est-à-dire par le passage de l'eau sale à travers les fissures du sol.

« Mais ce qu'il faut bien connaître, c'est que les terres de n'importe quelle provenance; sol des rues ou terres arables, contiennent une quantité considérable de microbes.

« Ces micro-organismes existent surtout à la surface du sol.

« On peut les classer, les diviser en catégories; il y a des microbes tout à fait inoffensifs et dont on ne connaît pas toutes les propriétés (1); il en existe d'autres dont on connaît mieux les qualités. Ainsi on appellera microbes zymogènes ceux qui feront naître des fermentations; pathogènes, c'est-à-dire producteurs de maladies, ceux qui détermineront des maladies chez l'homme ou chez les animaux auxquels on les aura inoculés.

« Dans ces catégories les variétés sont nombreuses et les espèces ne sont pas toutes étudiées ni classées.

« Ce sont les espèces pathogènes seules qui nous intéressent au point de vue de la santé publique; mais les premières sont très importantes, en raison de ce qui se passe à la surface du sol quand on y épand des eaux vannes, des eaux d'égout. En effet c'est par leur intermédiaire que se produit ce phénomène si remarquable de la nitrification des matières azotées; ce phénomène qui aboutit à transformer l'azote insoluble (2) en azote soluble, c'est-à-dire en nitrates, — nitrates d'ammoniaque, de chaux, de potasse, etc. — qui se dissolvent et qui, dès lors, peuvent filtrer avec plus de facilité à travers le sol et être emportés par les eaux.

« Tel est ce phénomène de la nitrification qui a été très bien étudié par M. Schlœsing et par M. Muntz, et qui a pour cause, non pas une seule espèce de micro-organisme, ainsi que l'avaient pensé ces savants, mais une grande quantité d'espèces différentes.

« Quant aux espèces pathogènes, c'est-à-dire qui produisent des maladies, elles sont très nombreuses. Les principales, pour ne parler que de celles qui interviennent dans les maladies de l'homme — sont les micro-organismes de la fièvre typhoïde et du choléra, quand il y a des épidémies de fièvre typhoïde et de choléra, — ces dernières sont rares, heureusement, — puis les micro-organismes

(1) Microbes saprogènes.
(2) Ou pour mieux dire azote organique en azote minéral.

Digitized by Google

qui peuvent produire la suppuration et ceux qui déterminent le tétanos, etc.

« En ce qui touche la répartition des micro-organismes dits pathogènes dans le sol, on sait qu'au moyen d'une parcelle, grosse au plus comme un petit pois, recueillie dans un jardin, dans une forêt ou dans une rue, dans n'importe quel endroit, en un mot, — aussi bien que dans les terres fumées, on peut fréquemment produire le tétanos chez les animaux ; il suffit de leur insérer un peu de cette terre sous la peau.

« Pour ce qui est de l'homme et des plaies de l'homme, on sait également que les plaies, lorsqu'elles ont été souillées par la terre, lorsque des parties de chair mises à nu ont été en contact prolongé avec elle, peuvent donner lieu à une gangrène et à une gangrène mortelle, parce que la terre renferme souvent des micro-organismes de la septicémie et de l'œdème malin.

« Il y a donc un certain danger, au point de vue des micro-organismes, dans le contact avec de la terre, quelle que soit sa provenance (1).

« Nous comparerons les dangers inhérents aux microbes qui existent dans toute terre avec ceux qui résultent de la culture sur des terres fumées par les eaux d'égout. C'est là notre point de comparaison, et je tenais à déterminer exactement, avant tout, ce que sont les terres, d'une façon générale, au point de vue microbien.

« On a fait à la culture de Gennevilliers et à l'utilisation des eaux d'égout par l'épandage sur le territoire de cette commune toute une série d'objections qui sont surtout tirées des faits de microbiologie, c'est-à-dire de cette science tout à fait nouvelle et qui est encore à l'état d'évolution.

« Il y a à peine quinze ans que nous connaissons quelque chose de précis sur la microbiologie; c'est une science qui est à ses débuts, et on attendra longtemps encore, vingt-cinq, cinquante, soixante ans, peut-être davantage, avant de savoir exactement ce qui se passe à la surface du sol et dans le sol. Pour les espèces dont je viens de parler, on ignore encore quelles sont leurs relations les unes avec les autres et la façon dont elles se comportent, dont elles se détruisent entre elles.

(1) En dehors de toute irrigation aux eaux d'égout.

Digitized by Google

« On ne sait pas quelle est la fin de ces microbes, comment ils meurent, quelles sont leurs propriétés dans l'intérieur de la terre. Il y a là une série de problèmes qui, je le répète, ne peuvent pas être élucidés ni résolus avant de longues années. Peut-on attendre que la science ait dit son dernier mot avant de prendre des décisions pratiques ? Non, on ne peut dire qu'on cessera toute espèce de travaux de canalisation, d'épandage, etc., parce qu'un point de science est encore en suspens.

« Que sait-on sur les micro-organismes ? On connaît leur concurrence vitale ; on sait, de plus, que ceux qu'on appelle pathogènes, c'est-à-dire ceux de la fièvre typhoïde, du choléra et des autres maladies, sont extrêmement rares, comparés aux micro-organismes communs, aux microbes inoffensifs ou saprogènes. Dès lors il est très vraisemblable que le plus grand nombre tuera le moindre, que les moins nombreux succomberont parce que les premiers auront absorbé toute la substance nutritive qui se trouve à leur portée.

« Il y a encore une autre chose que l'on sait, c'est que les micro-organismes sont atténués par l'air, qu'ils le sont également par la lumière et surtout par le soleil. M. Pasteur a insisté sur cette cause d'atténuation des microbes par l'air et il a même fondé tout un procédé de vaccination, toute une médication préventive sur ce mode d'atténuation.

« Or quelles sont les objections que l'on formule, au nom de l'hygiène et de la microbiologie, contre l'emploi agricole des eaux d'égout ?

M. Pasteur et avec lui M. Brouardel et toute une série de personnes, entre autres M. Schlœsing, disent que si l'on épand les eaux d'égout sur de vastes territoires autour des villes, on créera des foyers d'épidémie qui deviendront pour ces villes un péril considérable.

« C'est là une hypothèse qui jusqu'à présent ne s'est pas réalisée. En effet il y a longtemps que l'utilisation des eaux d'égout est pratiquée et qu'elle a lieu sur une grande échelle.

« Il y a dix-huit ans qu'elle est pratiquée à Gennevilliers sur 700 hectares et elle le sera bientôt sur 1000 hectares. Il y a très longtemps que dans 140 villes anglaises, — ce n'est pas un petit nombre — le système du « tout à l'égout, » en vue de l'épandage sur

Digitized by Google

les terres, a été adopté ; et là non plus, dans ces 140 villes, on n'a pas constaté de foyer d'épidémie ni autour des lieux d'épandage ni parmi les ouvriers qui travaillent à ces terres.

« Une autre expérience, qui date de dix ans, est faite à Berlin sur une grande échelle, car toutes les eaux d'égout de la ville sont utilisées par l'agriculture sur une surface de plus de 5000 hectares. Eh bien, là non plus, la situation sanitaire ne présente aucun danger, aucun inconvénient dans les communes des environs de Berlin, pas plus qu'on n'en constate à Gennevilliers, à Colombes, à Asnières. Nulle part il n'y a d'épidémies, ni de cas isolés de maladies contagieuses, telles que la fièvre typhoïde, plus nombreux que dans les communes voisines du même arrondissement.

« En sorte que les objections, tirées au nom de l'hygiène générale contre l'utilisation agricole des eaux d'égout, tombent devant ce fait d'observation et de statistique médicale. Cette expérience est concluante.

« Il est certain que les connaissances et les idées théoriques qui viennent à l'esprit à la suite des découvertes relatives aux micro-organismes doivent nous impressionner ; mais quand on peut répondre à ces objections par des faits précis et par une expérience qui dure depuis près de cent ans pour Edimbourg, par exemple, il semble qu'on doive être rassuré et que personne ne puisse douter que l'hygiène n'a rien à craindre lorsqu'on met, sur les champs cultivés, des eaux d'égout à une certaine distance des villes.

« Quelles sont donc les autres objections ?

« Des physiologistes et des expérimentateurs ont supposé qu'il y avait des micro-organismes dans la pulpe des légumes et que ces derniers cultivés à l'eau d'égout pouvaient par suite contenir des micro-organismes dangereux pour la santé. Or il n'en est rien, il n'y a jamais de micro-organismes dans la pulpe des légumes ni dans celle des végétaux vivants. Les cellules vivantes, les végétaux vivants et le tissu végétal normal résistent absolument aux micro-organismes ; on n'en trouve que quand le tissu est mortifié, quand il y a une véritable nécrose, une gangrène de ce tissu végétal.

« Aussi les expériences à la suite desquelles on a découvert des micro-organismes dans l'intérieur des légumes doivent-elles être regardées comme nulles. En effet, dans toutes les expériences faites par M. Pasteur, par ses élèves, par M. Grancher, dans ces derniers

Digitized by Google

temps et par moi cette année, nous n'avons jamais vu un seul micro-organisme dans l'intérieur de la pulpe des légumes ou dans les tissus végétaux vivants.

« Il y a une autre objection que fait M. Pasteur, c'est que lorsqu'on aura cultivé avec les eaux d'égout des champs de ce genre et qu'on aura ramené, soit par l'intermédiaire des légumes, soit par l'intermédiaire des souliers des maraîchers, soit par les roues des voitures ou les sabots des chevaux, des fragments de boue qui proviennent de ces terrains, on pourra déterminer dans l'intérieur de Paris de grandes épidémies, des épidémies extrêmement meurtrières.

« Ces appréciations de M. Pasteur tombent devant ce fait que rien de semblable n'a été observé, et qu'à Gennevilliers même où il devrait y avoir des fièvres typhoïdes, des épidémies terribles, on n'a rien noté de pareil, ni parmi les ouvriers ni dans la population de la commune. Et cependant cette commune a doublé de population depuis quelques années, et les communes de Gennevilliers, d'Asnières et de Colombes, qui entourent les champs d'épandage, ont environ 30,000 habitants. Ces communes, je le répète, ne présentent pas, dans la statistique médicale qui est publiée cette année, plus de maladies épidémiques que les habitants du reste de l'arrondissement de Saint-Denis; et même, d'après la statistique de M. Bertillon, il y a beaucoup moins de malades dans cette commune que dans les communes de l'arrondissement de Saint-Denis.

« Il y en a moins et voici pourquoi : c'est parce que la culture maraîchère se fait en plein air et est beaucoup plus salubre que le travail des ouvriers de Saint-Denis qui, dans les fabriques, sont exposés à une série de maux provenant de l'encombrement. Sans cela on ne s'expliquerait pas pourquoi l'état sanitaire est meilleur dans la plaine de Gennevilliers.

« Maintenant devons-nous nous astreindre à exécuter, dans sa plus grande rigueur, les prescriptions des hygiénistes qui se basent sur la microbiologie actuelle, système qui date à peine de quelques années ? C'est là encore une question. Assurément personne plus que moi n'estime la microbiologie qui est une science récente. Je la professe et j'en vis.

« Cependant si nous réfléchissons que, d'après les lois de l'hygiène, il faudrait ne jamais boire de lait frais, de lait qui n'ait pas

Digitized by Google

été bouilli, ni d'eau sans l'avoir fait filtrer à travers un filtre, — et encore un filtre Chamberland (1), car les autres laissent passer toutes sortes de microbes, — il faudrait ne jamais manger de beurre frais, ni de salade, ni de fruits poussés par terre, comme la fraise, ni de fruits sans les peler. On devrait, par exemple, s'abstenir de manger une prune, une cerise tombée par terre ; pour être sage encore, il ne faudrait jamais marcher dans la rue sans avoir sur le visage un masque de ouate stérilisée.

« *Voilà* les règles de l'hygiène.

« Certainement nous professons que telle est la meilleure manière de se protéger contre les micro-organismes ; mais, en vérité, si l'on s'astreignait à vivre ainsi, l'existence ne serait plus tenable.

« Je crois avoir démontré en quoi consiste l'épandage, la nécessité et l'innocuité de cette utilisation agricole qui consiste à prendre les eaux bourbeuses et viciées des égouts chargées d'une quantité colossale de matières organiques, et à les faire passer à travers des terrains qui les utiliseront et les purifieront avant de les rendre à la Seine. Nous voulons en un mot purifier la Seine en utilisant pour l'agriculture les eaux d'égout rendues claires, dépourvues d'organismes pathogènes et qui ne peuvent plus contaminer le fleuve.

« Or cette opération donne à la culture la meilleure fumure qu'elle puisse rêver.

« A Gennevilliers on a une production agricole tellement intensive que le rendement brut des terres atteint 3 ou 4,000 francs par hectare et par an, ce qui est considérable. De plus les légumes, qui sont excellents, sont vendus à Paris et sont récompensés dans tous les concours agricoles et horticoles où on les présente.

« Il est certain que c'est là une des meilleures manières d'utiliser l'azote et les matières organiques contenues dans les eaux d'égout ; c'est une façon de les utiliser beaucoup plus facile, moins coûteuse que les procédés chimiques d'épuration par lesquels on fabrique de la poudrette ou d'autres produits qui sont encombrants, qu'on ne peut pas transporter au loin, en raison de la cherté de leur transport et qui, en somme, deviennent de plus en plus difficiles à extraire parce que l'eau se trouve en trop grande quantité relativement aux matières azotées et aux matières en suspension.

(1) Voir au livre I à l'article « filtrage de l'eau » la description des filtres Chamberland, Maillé.

Digitized by Google

« La poudrette et la fabrication des produits chimiques ne sont, en effet, réellement productives que lorsqu'on a affaire à des matières très concentrées ; mais quand on agit sur des eaux d'égout très diluées, — il ne faut pas oublier qu'il est distribué à Paris 250 litres par habitant, — les matières sont tellement diluées que les procédés chimiques n'arrivent plus à produire à bon compte, un résidu sec où se trouvent les substances chimiques.

« Cependant il ne faut jamais dire que la science n'ira pas plus loin et qu'on n'arrivera pas, à un moment donné, à trouver un procédé chimique excellent; le projet qui vous est soumis réserve d'ailleurs pour les procédés chimiques et pour tous autres procédés que celui du « tout à l'égout » la possibilité de les employer.

« Pour en finir avec les objections qui ont été faites par M. Pasteur au nom de l'hygiène et au nom de la microbiologie, vous avez vu que M. Pasteur redoute surtout la production agricole et la culture des légumes. Pour lui, si l'on ne cultivait pas les terres où l'on fait l'épandage, il donnerait volontiers son assentiment à ce procédé de simple filtration. M. Schlœsing partage son avis.

« Pour ces deux savants, je le répète, le danger provient surtout de ce qu'on ramène à Paris des fragments de terre qui contiennent quelques micro-organismes. Je crois avoir démontré que ces appréhensions étaient victorieusement combattues par l'observation des faits et la statistique médicale; je n'y reviendrai pas.

« Nous avons demandé au conseil d'hygiène et de salubrité du département de la Seine et au comité consultatif d'hygiène de France, leur avis motivé relativement à la filtration par le sol et à l'utilisation agricole. Ces conseils ont bien voulu nous répondre. Voici les questions que nous leur avons posées. La première est celle-ci :

« L'épandage des eaux d'égout tel qu'il est pratiqué à Gennevilliers et tel qu'il résulterait de l'adoption par le Sénat du projet de loi voté par la Chambre sur l'utilisation agricole des eaux d'égout et l'assainissement de la Seine, offre-t-il des dangers pour la salubrité publique?

« Le conseil d'hygiène et de salubrité a répondu, par 24 voix contre 7, qu'il n'y a pas de danger, au point de vue de la salubrité publique, à l'épandage des eaux d'égout.

« Le comité consultatif d'hygiène a formulé ainsi son avis :

Digitized by Google

« Il n'est pas démontré que l'épandage des eaux d'égout, même chargées de matières excrémentitielles, offre un danger pour la salubrité publique, pourvu qu'on tienne compte de la nature du sol épurateur, de son étendue et des volumes d'eau déversés ; les rapports de ces différents facteurs ne peuvent être établis que par la pratique.

« La deuxième partie est ainsi conçue :

« Existe-il relativement à la préservation des eaux de la Seine un système qui soit meilleur, au point de vue de la salubrité publique, que l'épandage ?

« Le conseil d'hygiène et de salubrité a répondu de la façon la plus catégorique, par 29 voix sur 30 votants, qu'il n'existe pas, relativement à la préservation des eaux de la Seine, de meilleur système que l'épandage des eaux d'égout.

« Le comité consultatif d'hygiène de France a donné l'avis suivant :

« Relativement à la préservation des eaux de la Seine, nous ne connaissons pas de meilleur système, sous la condition que les surfaces à irriguer auront une étendue suffisante pour permettre une épuration aussi complète que possible et que les eaux d'égout seront employées en totalité sans qu'aucune portion de ces eaux puisse être soit habituellement, soit accidentellement, projetée à la Seine. »

2° EXEMPLES D'IRRIGATIONS A L'EAU D'ÉGOUT ET DE FUMURES A L'ENGRAIS HUMAIN

La pratique des irrigations à l'eau d'égout et des fumures à l'engrais humain prouve surabondamment la parfaite innocuité de ces irrigations, même lorsque les eaux sont chargées de matières de vidange.

Nous allons citer un assez grand nombre d'exemples anciens d'application dans des pays qui diffèrent sous le rapport du sol, du climat et de la latitude.

Jérusalem. — Un des exemples connus les plus anciens est Jérusalem, qui irriguait déjà vers l'an 340 ses jardins par les eaux impures sortant de la cité. Un réseau d'égout desservait spécialement le temple de Jérusalem pourvu d'une abondante distribution

Digitized by Google

d'eau pure destinée à diluer et entraîner le sang des victimes sacrifiées et à en empêcher la putréfaction dans l'enceinte sacrée.

Après une décantation grossière dans des réservoirs spéciaux, ces eaux d'égout étaient dirigées dans la vallée du Cédron, où elles étaient utilisées pour fertiliser les jardins (1).

Milan. — En Italie, à Milan ville de 150,000 âmes, 1,000 hectares de terrain cultivé, dans les environs, sur un parcours de 16 kilomètres, sont arrosés par le Vettalia, cours d'eau qui ramasse les impuretés de la Ville et donne par jour un débit minimum de 100,000 mètres cubes. Les prairies ainsi arrosées, dites les Marcites, donnent de six à huit coupes de nourriture par an pour les vaches laitières. Bien que situées aux portes mêmes de la ville et soumises à un arrosage très actif (plus de 35,000 mètres cubes d'eau à l'hectare et par an), on n'a constaté à aucune époque de tendance marquée aux épidémies ni aux fièvres endémiques.

Ces faits ont été vérifiés par une commission sanitaire anglaise en 1857 et plus tard par l'ingénieur français M. Mille, actuellement inspecteur général des ponts-et-chaussées.

A Novarre un canal qui entoure la ville reçoit les déjections de 28,000 habitants et les porte sur 100 hectares de prés ; ce canal fut creusé en 1738 pour évacuer les eaux qui stagnaient dans les fossés des anciennes fortifications et entretenaient la fièvre et les maladies endémiques parmi les habitants.

De son établissement et des irrigations qui l'ont suivi date l'assainissement de la ville et de ses environs.

En Espagne *la Huerta de Valence*, dont les cultures sont si variées et si riches au milieu d'une contrée peu productive, a ses meilleurs champs arrosés par les eaux d'un canal, dont le flot a lavé les égouts d'une ville de 100,000 âmes.

En Suisse, à *Lausanne*, les eaux d'égout arrosent 200 hectares de prés, parsemés de maisons de campagne. L'irrigation date de quatre siècles, elle a produit d'excellents résultats au point de vue agricole et n'a donné lieu à aucune plainte au point de vue hygiénique.

En Ecosse, à *Edimbourg*, on trouve l'exemple le plus ancien, dans la Grande-Bretagne, de l'irrigation à l'aide des eaux d'égout.

(1) Latham, 1873.

Digitized by Google

Il y a plus de deux siècles que les prairies de Craigintenny sont irriguées de la sorte. Là la question ne s'est nullement présentée comme une question municipale d'assainissement : un ruisseau fangeux emportait chaque jour vers la mer un cube de 16,000 mètres d'eaux d'égout ; les riverains eurent l'heureuse idée de le détourner sur leurs prairies et ont vu quintupler leurs récoltes.

Ce ruisseau, aujourd'hui encore, circule à ciel ouvert et sans donner d'odeur sensible ; il envoie, par an et par hectare, près de 80,000 mètres cubes d'eau sur ces prés formés de terres sablo-argileuses, d'une nature peu fertile.

Toutes ces anciennes irrigations à l'eau d'égout, qui sont loin d'avoir été exécutées dans les conditions indiquées plus haut, prouvent surabondamment la parfaite innocuité du système.

Il existe en France des exemples déjà anciens et tout aussi probants, en faveur de la théorie que nous soutenons.

En Normandie la plupart des villes envoient leurs eaux d'égout ou déversent directement leurs cabinets d'aisance dans les cours d'eau qui les traversent et ces cours d'eau fertilisent les prairies voisines.

Les eaux d'égout proprement dites, additionnées de vidange, irriguent depuis de longues années les cultures maraîchères des environs de Saint-Etienne et de Perpignan. Les eaux de l'Escouridon qui traverse Perpignan, reçoivent toutes les déjections et sont utilisées par différents propriétaires, sans compter le génie militaire qui en emploie une partie pour la culture dans les fossés des Patanes. Trois barrages sont établis sur le parcours de la rivière à partir du jardin Garette : 1° le barrage Amaurich, à l'aide duquel on arrose 9 hectares de jardins ; le barrage Dumont, avec lequel on arrose 12 hectares ; 3° le barrage Selva, qui approvisionne 24 hectares ; total 45 hectares, non compris les jardins des fossés.

La première expérience d'utilisation remonte à 1872. L'arrêté préfectoral d'autorisation portait que, dans le cas où les dépôts déterminés par les barrages dans le lit de l'Escouridon seraient reconnus exercer une action défavorable sur la santé des habitants, les permissionnaires seraient tenus de démolir lesdits barrages. Or aucune plainte ne s'est produite et les personnes qui demeurent dans les maisons disséminées sur les terrains irrigués n'ont été atteintes d'aucune maladie épidémique. La population de Perpignan est de

Digitized by Google

30,000 habitants dont 25,000 dans l'enceinte fortifiée. Le nombre des hectares irrigués étant de 45 plus les fossés, il s'ensuit qu'on utilise approximativement par hectare, les eaux d'égout produites par 500 habitants.

Enfin on sait que dans l'est, dans le midi et dans le nord de la France les matières de vidanges pures, sans être même diluées dans la masse des eaux d'égout, servent de temps immémorial d'engrais sous les noms d'*engrais flamand* ou autres. Les belles cultures maraîchères des environs de Lille, de Mézières, de Lorient, les fleurs des jardins de Nice et de Cannes, les oliviers du midi ne reçoivent pas d'autres engrais.

Ces pratiques usitées, comme on le voit, à la porte de villes importantes et de stations hivernales, n'ont aucun effet fâcheux sur la santé publique.

« Lille n'a pas beaucoup de fièvres typhoïdes, a écrit M. le docteur Arnould, professeur d'hygiène à la faculté de Lille. Elle n'en a que dans certains quartiers pauvres, encombrés, où la plaie des fosses fixes gemellées avec le puits est à son maximum d'acuité. Et cependant il est notoire qu'il n'y a pas dans l'intérieur des murs, dans les jardins publics et privés, je dis les plus luxueux, un pouce de terrain qui ne reçoivent à son heure, à peu près une fois par an, sa dose de matière fécale. Il n'y a que les cérusiers qui consomment le fumier de cheval. Tous les légumes que l'on mange et toutes les roses que l'on respire sont nourris de matières des fosses. »

M. le professeur Vallin, secrétaire du comité consultatif d'hygiène, a constaté que la mortalité typhoïdique, dans les garnisons des villes du Nord où se pratique l'engrais flamand, était de trois à quatre fois inférieure à celle des autres garnisons, et que, d'une façon générale, ces villes étaient peu sujettes aux atteintes de la fièvre typhoïde.

De ce qui précède on peut donc conclure que l'épandage des matières de vidange et à fortiori celui des eaux d'égout additionnées de matières de vidange, sur un sol cultivé n'a favorisé nulle part le développement de la fièvre typhoïde.

Digitized by Google

3° LES IRRIGATIONS A L'EAU D'ÉGOUT NE DONNENT POINT NAISSANCE A DES FIÈVRES PALUDÉENNES (1).

On a reproché aux irrigations à l'eau d'égout de donner naissance à de nombreux cas de fièvre paludéenne dans les localités où on la pratique. A ce reproche on en a ajouté d'autres moins graves, mais importants cependant, tels que l'incommodité résultant soit des émanations des canaux et des champs irrigués, soit du relèvement de la nappe souterraine par les infiltrations des eaux impures.

Le dégoût naturel qu'inspirent ces eaux chargées des résidus de la vie journalière fait que le public, mal renseigné, accepte avec la plus grande facilité comme vrais, les reproches signalés plus haut. Les habitants, même des banlieues de grandes villes, qui voient, sans exprimer de plaintes au sujet soit de l'odeur, soit de l'insalubrité, accumuler, dans des champs voisins, des immondices provenant de la ville, réunies en tas de gadoue et abandonnées à une fermentation putride intense, jettent les hauts cris lorsqu'il est question de procéder dans les mêmes champs à des irrigations à l'eau d'égout, c'est-à-dire d'y amener ces mêmes immondices par petites quantités, noyées dans 1000 parties d'eau. Alors, suivant eux, l'odeur sera infecte, la campagne empoisonnnée et l'insalubrité atteindra son maximum.

Ce sont autant d'erreurs qui tombent devant l'évidence des faits. Aucun de ces dangers n'est à redouter lorsque les précautions, que nous avons déjà indiquées, sont prises pour la distribution des eaux impures et pour l'évacuation des eaux épurées.

L'expérience acquise à Gennevilliers et surtout à Edimbourg, Lausanne, Novarre, permet d'affirmer que les irrigations à l'eau d'égout n'ont jamais donné naissance à des fièvres paludéennes.

Mais, objecte-t-on encore, tout dépend des doses. Si l'irrigation à dose modérée, soit 12,000 à 15,000 mètres cubes par an et par hectare, qui correspond à une bonne fumure et dont tous les principes fertilisants peuvent être complètement absorbés par les plantes cultivées, n'est point insalubre, elle le devient sous des doses

(1) Rapport de la Commission d'assainissement de la Seine, 1876.

Digitized by Google

plus fortes parce que le pouvoir oxydant du sol est dépassé, parce que les matières insolubles accumulées à sa surface deviennent des foyers de corruption.

Or il est démontré, d'une manière absolue, que le filtre constitué par un sol sableux n'est jamais engorgé par l'eau d'égout quand l'évacuation de cette eau est assurée au bas du filtre. Si on a pris les mesures voulues, les eaux ne séjournent pas dans le sol, elles n'apparaissent pas à la surface. Jamais un sol aéré, ayant une épaisseur de 1m80 à 2 mètres au-dessus de la nappe, ne présentera, par le fait de l'eau, les caractères d'un marais pestilentiel ou d'un dépotoir.

Si l'épandage des eaux n'est pas assez régulier, s'il dépasse par moment la dose convenue (qui n'est pas celle de l'utilisation mais celle bien supérieure de l'épuration, deux chiffres que l'on confond trop souvent et à tort), il pourra se faire que l'eau gagne les drains sans être absolument épurée. Cette imperfection ne saurait influer en quoi que ce soit sur la salubrité à la surface du sol et au-dessus, dans l'atmosphère. Le dommage serait tout entier pour la rivière ou la nappe souterraine qui recevraient des eaux incomplètement purifiées, dommage que l'on doit éviter le plus possible mais qui est bien peu de chose à côté du déversement brutal des eaux impures dans la rivière.

On a dit aussi : les eaux d'égout contiennent des matières organiques insolubles qui seront arrêtées à la surface du sol et qui, sous l'influence de la chaleur jointe à l'humidité, transformeront rapidement les champs irrigués en foyers d'infection.

Cette objection, contraire aux faits observés, est facile à réfuter.

En effet supposons une irrigation à très forte dose, pour laquelle on n'a en vue que l'épuration, soit 100,000 mètres cubes d'eau par an et par hectare. A cette dose chaque mètre superficiel de terrain arrête, dans une année, 8 kilogrammes, au maximum, de matières organiques insolubles qui, étalées, formeraient une couche de 2 à 3 centimètres d'épaisseur. Si toutes ces matières étaient déposées en une seule fois, la fermentation putride pourrait bien s'y établir quelque temps. Toutefois, la couche serait bientôt pénétrée par l'air, oxydée et la putréfaction serait enrayée. Mais les choses ne se passent point de la sorte, les irrigations ont lieu au moins 100 jours par an ; à chaque jour d'irrigation correspondra donc un dépôt qui

Digitized by Google

ne sera que le centième de celui que nous avons indiqué plus haut, soit un dépôt insignifiant. Quand un dépôt nouveau viendra s'ajouter aux anciens, ceux-ci seront à l'état de feutre perméable à l'eau et surtout à l'air.

La fermentation putride ne peut s'établir dans de pareilles conditions.

Peut-on craindre que les dépôts, accumulés d'année en année, ne finissent par former, à la surface des champs, une couche immonde de détritus organiques, source d'émanations insalubres ? En aucune façon : personne ne craint que la gadoue, le fumier, les vidanges ne constituent, à la longue, une semblable couche dans les terres labourées, parce que personne n'ignore que tous ces produits, d'origine organique, y sont brûlés et disparaissent. Les matières organiques suspendues dans les eaux d'égout ont le même sort ; les prés d'Edimbourg, de Lausanne, de Novarre, après des irrigations séculaires à l'eau d'égout, ne diffèrent point, quant à la nature et à la salubrité de la couche superficielle de la terre végétale, des prés irrigués avec l'eau ordinaire.

Bien que depuis plus de 200 ans, certaines parties des prairies de Craigentinny (Edimbourg) aient été sans cesse inondées d'eau d'égout avec toutes leurs impuretés, la décoloration du sol ne s'étend qu'à quelques centimètres de profondeur et à $0^{m},30$ on trouve le sable aussi brillant et aussi net que celui de la plage voisine.

4° CONSERVATION DES PROPRIÉTÉS DU SOL (1).

Il est surabondamment prouvé que les sols filtrants conservent toute leur porosité ; il n'est pas d'exemple de sol perméable, livré depuis de longues années aux irrigations à l'eau d'égout, qui soit devenu imperméable. Les sous-sols filtrants du pays de Caux qui, depuis des milliers d'années, sont traversés par les eaux de drainage d'une riche terre arable, n'ont rien perdu de leur porosité naturelle. Ces faits, qui doivent bannir toute crainte sur l'obstruction du sol par l'usage prolongé des irrigations à l'eau d'égout, ont

(1) Commission d'assainissement de la Seine de 1875 ; rapport de M. Schlœsing.

Digitized by Google

été confirmés par des analyses comparées de terres soumises à des irrigations et de terres voisines, de même nature, non soumises aux irrigations.

Les limons irrigués sont à la vérité plus riches que ceux qui ne sont pas irrigués. Ce n'est pas que l'eau d'égout abandonne des résidus organiques qui s'accumulent dans le sous-sol ; mais la terre fertilisée, qui produit beaucoup, garde des résidus de récolte, tiges, feuilles mortes, racines, qui augmentent sa dose de matières organiques. Les mêmes observations s'appliquent au terrain graveleux irrigué ou non irrigué, avec cette différence que la proportion de terreau y est moindre que dans le limon.

Quant à l'obstruction du sol par les matières organiques des eaux d'égout, l'analyse est fort rassurante : dans les sous-sols irrigués la matière humique est, en définitive, en très faible quantité. On ne voit pas pourquoi d'ailleurs les matières solubles des eaux d'égout déposeraient des résidus encombrants dans le sous-sol quand aucun engrais organique, soluble ou solubilisé en partie par la décomposition, ne produit un semblable effet. Il n'y a pas d'exemple d'une terre arable perméable rendue imperméable par de copieuses fumures, parce que l'oxydation des débris organiques se proportionne dans le sol à leur abondance et qu'il se fait un équilibre entre la quantité enfouie annuellement et l'intensité de la combustion. Si fortes que soient les doses de fumier la consommation finit par égaler l'apport, la sortie devient égale à l'entrée, c'est ce que l'on observe dans les terres de jardin. Cet équilibre suppose, bien entendu, que l'air a dans le sol un accès suffisant, sinon l'obstruction par la matière organique peut survenir.

L'obstruction n'est pas à craindre dans un terrain poreux, quand l'évacuation est assurée. Les expériences de MM. Lawes et Gilbert sur la fertilisation des terres par l'eau d'égout montrent, au contraire, que les irrigations ne modifient guère le degré de richesse du sol : il en est de même du nitrate de soude, du sulfate d'ammoniaque..... L'engrais agit vite mais, quand son action est épuisée, il n'en reste rien : de même les principes des eaux d'égout ont sur la végétation une action immédiate ; mais, quand l'irrigation est suspendue, la terre reprend son état primitif. Bien entendu il n'est ici question que des matières organiques solubles et non des matières solides charriées par les eaux d'égout qui, par le colma-

Digitized by Google

tage, peuvent transformer lentement la couche arable d'un sol.

5° INTÉRÊT QUI S'ATTACHE A L'UTILISATION DES EAUX D'ÉGOUT

Les eaux d'égout contiennent des principes fertilisants utilisables par la culture et dont la masse constitue une richesse réelle.

Or on ne peut extraire ces principes des eaux qui les tiennent en dissolution ou en suspension, les frais d'extraction dépasseraient de beaucoup la valeur vénale des produits. Pour livrer ces principes à l'agriculture il faut lui livrer les eaux c'est-à-dire faire de l'irrigation. Les deux questions d'utilisation et d'épuration semblent devoir être résolues par les mêmes procédés. Toutefois leur solution, ainsi que nous l'avons déjà vu, diffère en un point essentiel : l'une exige dix fois plus de superficie que l'autre. L'utilisation, dès qu'il s'agira d'une grande ville, présentera donc de sérieuses difficultés ; il faudra trouver d'énormes surfaces de terrains propices aux irrigations et dépenser encore pour rendre ces terrains aptes à recevoir ces irrigations.

Bien que le devoir strict des municipalités soit satisfait par l'épuration simple, non accompagnée de l'utilisation agricole, il n'en est pas moins vrai qu'il serait éminemment regrettable de voir perdre, sans profit pour la culture, des masses d'eau qui représentent pour l'agriculture une richesse importante (1).

Les plus hautes autorités de la science, MM. Chevreul, Dumas, Boussingault, Liebig, etc., ont proclamé la nécessité de rendre au sol les éléments nutritifs des récoltes exportées de la ferme pour aller se concentrer dans les villes ou usines. M. Dumas a résumé cette nécessité dans cette phrase énergique et expressive :

« Toute agriculture qui ne reconstitue pas le sol est dévalisatrice, toute population urbaine qui perd ses immondices prépare son suicide. »

Notre grand poète, Victor Hugo, ce génie littéraire — et tout génie a une intuition universelle — a, dans son livre des *Misérables,*

(1) Evaluée à 20 millions par an pour Paris par M. Alphand.

Digitized by Google

entrevu la question et l'a décrite dans les termes saisissants que voici :

« Paris jette par an vingt-cinq millions à l'eau. Et ceci sans métaphore. Comment et de quelle façon ? Jour et nuit. Dans quel but ? Sans aucun but. Avec quelle pensée ? Sans y penser. Pourquoi faire ? Pour rien. Au moyen de quel organe ? Au moyen de son intestin. Quel est son intestin ? C'est son égout.

. . . . . .

« Employer la ville à fumer la plaine, ce serait une réussite certaine. Si notre or est fumier, en revanche, notre fumier est or.

« Que fait-on de cet or-fumier ? On le balaie à l'abîme.

« On expédie à grands frais des convois de navires afin de récolter au pôle austral la fiente des pétrels et des pingouins, et l'incalculable élément d'opulence qu'on a sous la main, on l'envoie à la mer. Tout l'engrais humain et animal que le monde perd, rendu à la terre, au lieu d'être jeté à l'eau, suffirait à nourrir le monde.

« Ces tas d'ordures du coin des bornes, ces tombereaux de boue cahotés la nuit dans les rues, ces affreux tonneaux de la voirie, ces fétides écoulements de fange souterraine que le pavé vous cache, savez-vous ce que c'est ? C'est de la prairie en fleur, c'est de l'herbe verte, c'est du serpolet et du thym et de la sauge ; c'est du gibier, c'est du bétail, c'est le mugissement satisfait des grands bœufs le soir, c'est du foin parfumé, c'est du blé doré, c'est du pain sur votre table, c'est du sang chaud dans vos veines, c'est de la santé, c'est de la joie, c'est de la vie.

. . . . . .

« C'est la substance même du peuple qu'emportent ici goutte à goutte, là à flots, le misérable vomissement de nos égouts dans les fleuves et le gigantesque ramassement de nos fleuves, dans l'Océan.

« Chaque hoquet de nos cloaques nous coûte mille francs. A cela deux résultats : la terre appauvrie et l'eau empestée. La faim sortant du sillon et la maladie sortant du fleuve.

« Un double appareil tubulaire, pourvu de soupapes et d'écluses de chasse, aspirant et refoulant, un système de drainage élémentaire, simple comme le poumon de l'homme et qui est déjà en pleines fonctions dans plusieurs communes d'Angleterre, suffirait pour amener dans nos villes l'eau pure des champs et pour renvoyer dans nos champs l'eau riche des villes, et ce facile va-et-vient le

Digitized by Google

plus simple du monde, retiendrait chez nous les cinq cents millions jetés dehors. On pense à autre chose. »

Il n'est pas douteux que l'irrigation à l'eau d'égout contribue au développement de la richesse agricole, car elle représente à la fois arrosage et fumure, ces deux éléments de culture prospère.

Les terres de la plaine de Gennevilliers, soumises aux irrigations à l'eau d'égout et qui se louaient avec peine de 50 à 100 fr. l'hectare avant la pratique des irrigations, se louent aujourd'hui couramment 500 fr. l'hectare et quelquefois plus.

Les produits, bien que souvent on ait dit et écrit le contraire, ne laissent absolument rien à désirer.

La Société centrale d'agriculture de France, composée des hommes les plus éminents, s'est prononcée souvent et de la façon la plus nette, à ce sujet.

En 1871, la Société s'adressant au ministre de l'Agriculture et du Commerce résumait un vœu ainsi qu'il suit :

« Vu l'essai fait par la ville de Paris pour l'utilisation des eaux d'égout,

« Vu les rapports de ses Commissions et les présentations de produits divers, spécialement de légumes,

« Vu la perturbation apportée dans les cultures de la banlieue par l'invasion,

« Emet le vœu que l'administration municipale continue et développe l'utilisation agricole de ses eaux d'égout, et étende les bienfaits de cette utilisation à toute la presqu'île de Gennevilliers, en assurant ainsi l'assainissement de la Seine. »

Le Vice-Président de la Société,

AD. BRONGNIART, de l'Institut.

M. Michelin, dans un rapport fait à cette Société en 1876, s'exprime ainsi : « Depuis l'origine, la société centrale d'horticulture de France a observé, par l'organe de commissions pour ainsi dire permanentes et composées d'hommes de la plus incontestable compétence, tous les résultats obtenus dans les essais de culture à l'eau d'égout. Aujourd'hui elle n'hésite pas à regarder cette question comme résolue au point de vue pratique. Pour elle, la culture à l'eau d'égout permet d'obtenir des produits des plus satisfaisants

Digitized by Google

sous le rapport de la beauté, de la qualité, du goût, des avantages, du rendement, comme de la certitude du placement. En affirmant la qualité des végétaux propres à la nutrition des hommes aussi bien qu'à celle des animaux, il convient d'expliquer que les liquides ne doivent pas être mis en contact avec la partie aérienne des plantes, mais seulement avec les racines. »

« Cette appréciation est corroborée par les faits de chaque jour.

« Tous les légumes de Gennevilliers sont avantageusement connus tant aux halles qu'aux marchés des environs ; ils remportent les premières récompenses aux expositions horticoles de Paris et de Seine-et-Oise. Près de 800 vaches sont nourries à l'aide des herbes et des plantes irriguées.

« La dose moyenne d'eau d'égout consommée à l'hectare ressort, en divisant les cubes annuels distribués par les surfaces inscrites pour les irrigations, à 38,226 mètres cubes environ. Elle est en réalité, en tenant compte des non-valeurs, de 50,000 mètres cubes. Certaines parcelles, traitées, par suite d'une entente avec les cultivateurs et à titre d'expérience, aux plus hautes doses, reçoivent depuis quatre ans des cubes de 80,000 mètres cubes par arrosages réguliers d'été et d'hiver. Elles sont couvertes d'une végétation luxuriante. »

Récemment les adversaires du « Tout à l'égout » ont avancé que M. le docteur Proust, professeur d'hygiène à la Faculté de Paris, partageait leur opinion sur la mauvaise qualité et le danger de l'ingestion des légumes de Gennevilliers. Cette assertion est tout à fait dénuée de fondement. Voici, en effet, ce que M. le docteur Proust a écrit à ce sujet à M. Bourneville, député rapporteur de la Commission parlementaire chargée d'examiner le projet de cession par l'Etat à la ville de Paris de terrains domaniaux sis à Aschères : « Je n'ai jamais dit que les légumes de Gennevilliers étaient dangereux. J'ai fait plusieurs rapports favorables aux irrigations et à l'utilisation agricole. Je suis partisan de la circulation continue aujourd'hui comme autrefois » (3 décembre 1888).

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Des faits et considérations que nous venons d'exposer, et sous

Digitized by Google

les réserves que nous indiquerons plus loin, résultent les conclusions suivantes :

1° L'infection des rivières, par les eaux d'égout qu'on y déverse, est un fait absolument incontestable et qu'on doit faire cesser dans l'intérêt de l'hygiène publique,

2° Les causes d'infection résident dans les matières organiques solubles et insolubles que les eaux d'égout charrient,

3° Il ne suffit pas de retenir les matières organiques insolubles ; l'élimination des matières organiques solubles est non moins indispensable,

4° Les modes d'épuration des eaux d'égout par des procédés mécaniques (décantation et filtration simple), ou par les procédés chimiques connus à ce jour, sont complètement insuffisants, parce qu'ils n'enlèvent aux eaux impures qu'une faible partie des matières organiques solubles. D'autre part ils exigent des frais importants, donnent lieu à des dépôts considérables presque sans valeur pour la culture et dont la manutention est souvent malsaine et toujours dispendieuse,

5° L'épuration par l'épandage des eaux sur le sol est le seul procédé pratique connu donnant des résultats satisfaisants,

6° Cette épuration est complète lorsqu'on réalise les conditions suivantes :

(1) Emploi d'un terrain d'une porosité convenable pour que l'eau le traverse sans difficulté et que l'air y pénètre dans la mesure voulue pour la combustion qu'il doit opérer,

(2) Régularité dans la succession des arrosages et la quantité d'eau consommée pour chacun d'eux, telle que l'eau emploie à traverser l'épaisseur du sol filtrant tout le temps nécessaire pour l'épuration,

(3) Drainage suffisant pour assurer l'évacuation des eaux épurées.

7° Si l'épaisseur de la couche de terrain perméable au-dessus de la nappe d'eau atteint deux mètres et si toutes les autres conditions de l'épuration sont également remplies, le cube des irrigations peut être porté, par hectare et par an, à 50,000 mètres et plus, suivant le pouvoir épurateur du sol ; en Angleterre on est allé jusqu'à 150,000 mètres cubes.

Toutefois on ne doit pas perdre de vue que, pour une bonne utilisation des principes fertilisants des eaux d'égout, le volume des

Digitized by Google

irrigations ne doit pas dépasser 12 à 45,000 mètres cubes par hectare et par an, suivant la culture.

Lorsqu'il s'agit d'une grande ville il est généralement impossible d'utiliser immédiatement la totalité des eaux ; on ne peut songer au début qu'à l'épuration et, par l'extension probable qu'elles prendront, les irrigations, commencées en vue seule de l'épuration, finiront par réaliser l'utilisation si désirable des eaux d'égout,

8° L'engorgement du sol filtrant, par les matières organiques ou autres que charrient les eaux d'égout, n'est point à craindre si les précautions sont prises pour assurer l'écoulement des eaux épurées (drainage),

9° Les irrigations à l'eau d'égout, même sous de fortes doses, ne sont point insalubres, si toutes les conditions d'une bonne épuration sont observées,

10° Pour mener à bien une entreprise de cette importance, lorsqu'il s'agit d'une grande ville, il faut le plus souvent le concours des détenteurs du sol ; ce concours ne peut être obtenu que lorsque les cultivateurs auront compris, par un exemple placé sous leurs yeux (ainsi que la ville de Paris l'a fait pour les plaines de Gennevillers), combien l'emploi des eaux d'égout peut leur être profitable.

En résumé :

Nous croyons qu'une municipalité, appelée à se prononcer sur le choix du système à adopter pour son assainissement extérieur, ne saurait faire autrement que de marcher dans la voie suivie par toutes les villes qui ont eu à résoudre cette grave question, en adoptant le même mode d'assainissement, celui qui a fait ses preuves, qui est consacré par une longue expérience et qui a donné la satisfaction la plus complète, tant au point de vue hygiénique qu'au point de vue de la bonne utilisation agricole de la masse d'immondices produites dans la ville.

Mais, objectera-t-on, la réalisation de l'assainissement extérieur des villes entraînera généralement pour celles-ci de grandes dépenses.

Cela est vrai et cependant les municipalités doivent comprendre que, s'il leur faut payer pour amener des eaux pures, il leur faut également, et c'est là une obligation non moins stricte, payer une

Digitized by Google

deuxième fois pour éloigner ces mêmes eaux chargées des immondices de la ville et, enfin, payer encore pour les épurer par des irrigations réglées et intermittentes sur un sol convenable et livré à la culture, afin qu'elles ne nuisent pas à la banlieue et soient utilisées par la culture.

Ce que les municipalités dépenseront pour leur assainissement intérieur et extérieur, elles le retrouveront dans l'accroissement de la longévité humaine et dans la diminution du budget de leurs hôpitaux.

Les dernières invasions du choléra dans la plupart des villes du midi de la France, qui laissent tant à désirer au point de vue de leur assainissement, ont apporté la confirmation, malheureusement trop éclatante, des principes que nous venons d'exposer.

ENVOI DES EAUX D'ÉGOUT A LA RIVIÈRE OU A LA MER

Ainsi que nous l'avons déjà dit, lorsqu'il s'agit d'une ville importante, il faut, pour l'épuration des eaux d'égout par le sol, d'énormes surfaces souvent difficiles à trouver et, en tout cas, dont l'achat et la mise en état exigent d'énormes dépenses.

Malgré la netteté des conclusions que nous venons de poser nous croyons qu'on ne saurait être tout à fait absolu qu'au sujet de la nécessité de l'évacuation hors de la ville des eaux impures de cette dernière. Il est certains cas où, dans le but d'éviter de trop grandes dépenses, ces eaux peuvent, sans trop d'inconvénients, être déversées purement et simplement à la rivière.

Voici à cet égard l'opinion émise par M. Arnould, et par quelques hygiénistes allemands, partisans cependant du « tout à l'égout » et de l'épuration des eaux impures par épandage sur un sol cultivé.

« Les villes qui déversent leurs immondices aux fleuves, d'une façon voulue, les font déboucher en aval ; or les riverains du cours inférieur ne sont pas aussi compromis que les commissions anglaises l'ont prétendu. Le fleuve se purifie lui-même, ainsi que l'ont prouvé les recherches faites sur la Seine, le Danube, l'Isar, l'Elbe, les fleuves américains.

Digitized by Google

« Il ne faut pas comparer les petites villes à Londres ou à Paris, les ruisseaux aux fleuves. Cologne peut se servir du Rhin sans arrière-pensée, Hambourg de l'Elbe, Genève du Rhône. Voilà un moyen d'assainissement peu coûteux. En définitive, la pureté du fleuve est atteinte, c'est vrai, et les poissons courent quelques risques. Mais vaut-il mieux que les immondices restent dans les rues et les maisons plutôt que de gagner la rivière? Vaut-il mieux que les hommes meurent que les poissons?....

« Avant d'entrer dans Londres la Tamise a déjà reçu les immondices de 800,000 personnes et, cependant, on y trouve à peine des traces d'ammoniaque.

« Beaucoup d'hygiénistes allemands pensent que le déversement des eaux d'égout à la rivière peut se faire sans trop d'inconvénients dès que les eaux peuvent être diluées dans plus de cent fois leur volume (1). »

Au point de vue de l'hygiène suburbaine, l'autorité supérieure est donc plutôt appelée à fixer un maximum dans la proportion des eaux impures, qu'une ville pourra déverser librement à la rivière, qu'un maximum dans le degré d'impureté de ces mêmes eaux impures, ainsi que cela se passe en Angleterre.

En résumé lorsque, d'une part, les dépenses qu'entraînerait l'épuration des eaux impures par épandage sur le sol sont hors de proportion avec les avantages qu'on peut retirer de leur utilisation agricole et que, d'autre part, le cours d'eau voisin débite au minimum plus de cent fois le volume des eaux d'égout, une ville peut se contenter de déverser ces dernières dans le cours aval de la rivière.

Envoi à la mer. — Des ingénieurs et des médecins, opposés à l'épandage des eaux d'égout sur le sol dans le voisinage des villes, ont conseillé leur envoi à la mer. Ils prétendent que le flot marin se chargera de conduire au large leurs immondices et de les diluer dans la masse des eaux de la mer. S'il en était ainsi cette dernière est assez vaste pour noyer toutes les matières organiques que contiennent les eaux d'égout, mais cela n'est pas. Ce système, outre qu'il ne permet pas l'utilisation agricole et laisse perdre des richesses considérables, est défectueux de tous points.

(1) *Éléments d'hygiène,* Arnould.

Digitized by Google

Et, tout d'abord, si la ville est éloignée de la mer il faut, pour y amener les eaux impures, une dépense considérable. Le canal doit être fermé, étanche, avoir une pente suffisante pour éviter tout dépôt. Si le trajet est long, les matières, même sans addition de vidange, peuvent entrer en fermentation et vicier l'atmosphère environnante. Donc point de communication de ce canal avec l'atmosphère. Après cela, il faut trouver un point du littoral éloigné de toute habitation pour le déversement de ces eaux impures. Ce sont autant de difficultés presque impossibles à résoudre d'une manière satisfaisante.

D'ailleurs, seraient-elles résolues ou s'agirait-il de villes situées sur le littoral même, le système n'en serait pas moins condamnable.

En effet il a été constaté que la masse des matières organiques contenues dans les eaux d'égout ne sont pas noyées et dispersées par les eaux de la mer comme on pourrait le croire à priori. Il a été reconnu qu'elles s'accumulent sur place et constituent d'énormes bancs de vases infectes, autour et à une certaine distance desquels les poissons ne peuvent plus vivre. Le flot de la côte ne se mêle pas aux eaux du large ; ce que la marée descendante emporte la marée montante le ramène en partie et le dépose en bordures sur les plages voisines. Or il y a bien quelques villages de pêcheurs, même des stations balnéaires, à droite et à gauche des grands ports. Ce sont eux qui recueillent les effluves de ces dépôts, et souvent les faubourgs de la ville elle-même.

L'expérience a été faite dans les meilleures conditions par plusieurs villes anglaises situées sur le littoral de la Manche. Malgré le flux et le reflux de la marée, qui se traduit cependant par des différences de niveau de plusieurs mètres dans ce bras de mer, les matières amenées par les eaux d'égout forment des dépôts stagnants augmentant tous les jours d'importance et infestant de plus en plus le littoral voisin. Aussi la plupart de ces villes ont-elles renoncé à poursuivre l'envoi des eaux d'égout à la mer et ont recours aujourd'hui à leur épandage sur le sol.

A Londres, même expérience suivie du même insuccès. Les eaux impures de cette ville sont déversées dans la Tamise, à 22 kilomètres de la cité, en un point où le fleuve a plus de 700 mètres de largeur et où la marée se traduit par des différences de niveau de

Digitized by Google

plusieurs mètres. Bien que les eaux d'égout, recueillies d'abord dans d'immenses réservoirs, ne soient écoulées qu'au moment de la marée descendante, les masses de matières organiques entraînées par elles ont formé d'immenses dépôts stagnants qui augmentent tous les jours d'importance. Non seulement ces matières ne sont pas entraînées par le courant aidé du flux, mais il arrive que le reflux en fait remonter une partie du côté de la ville, jusqu'à l'intérieur même de la Cité.

La défectuosité du système d'envoi des eaux d'égout à la mer est aujourd'hui un fait bien connu et indiscutable. Aussi les villes, même lorsqu'elles sont situées sur les rives de la mer, doivent, sauf de rares exceptions (1), renoncer à y envoyer leurs eaux impures et accepter franchement l'épuration de celles-ci par l'épandage sur le sol, bien que ce dernier système soit, pour elles, la source d'une dépense immédiate souvent très importante.

(1) Lire au 4e fascicule les travaux d'assainissement exécutés ou projetés à Londres, Francfort-sur-Mein, Naples, Lisbonne, etc.

Digitized by Google

CHAPITRE III

UTILISATION AGRICOLE DES EAUX D'ÉGOUT

1° ÉLÉVATION DES EAUX D'ÉGOUT

Pour pouvoir répandre les eaux d'égout à la surface des terrains destinés à l'épuration par simple déversement, la première opération consiste, le plus souvent, à les prendre à la sortie du collecteur et à les élever à un niveau suffisant, au moyen de pompes et de moteurs puissants.

Les pompes employées doivent être d'une construction simple, leurs organes doivent pouvoir laisser passer facilement les débris organiques ainsi que les sables fins qui restent dans les eaux d'égout, et qui sont destinés plus tard à former sur le sol un bon terreau que les cultivateurs savent parfaitement utiliser. En Angleterre on a souvent employé des pompes à clapets verticaux. A Paris le service municipal s'est toujours bien trouvé de pompes centrifuges de grand diamètre (1m60 à 2m00).

Le cube affluant à l'usine élévatoire étant variable dans le cours des 24 heures, les machines doivent avoir une certaine élasticité, de manière à pouvoir forcer le cube élevé dans le milieu de la journée et à le réduire au contraire pendant la soirée et la nuit. On évite par cette élasticité la nécessité de bassins d'accumulation des eaux, bassins difficiles à entretenir dans un état satisfaisant et toujours dangereux pour la salubrité publique (1).

Nous avons dit que, dans l'application rationnelle du « tout à l'égout, » on devait éviter la projection dans les galeries de drainage de toute matière lourde et encombrante ; nous avons en outre indiqué les dispositions qu'il fallait prendre à cet égard.

Quoi qu'il en soit il peut arriver, même quand toutes ces précautions sont prises, qu'une certaine quantité de ces matières soit

(1) Notes extraites en partie d'un rapport au Congrès international d'hygiène de Paris (août 1878) fait au nom d'une commission composée de MM. Bouley, Cornil, A. Durand-Claye, Guenoau de Mussy, Lauth, Mille, Millet, Orsat, Proust, Schlœsing, Vauthier, par MM. Schlœsing et Durand-Claye.

Digitized by Google

charriée par les eaux des collecteurs et qu'il y ait intérêt à en débarrasser ces dernières avant de les amener aux pompes élévatoires. Voici quelques-unes des dispositions prises à cet égard :

A Croydon et à Dantzig les eaux, avant d'arriver aux pompes, traversent un appareil dit extracteur. Cet appareil consiste en une double grille circulaire, mobile autour d'un axe horizontal et munie de palettes suivant des diamètres. Les grosses matières solides, mais non les vases et sables fins, sont retenues par les grilles, dirigées par les palettes vers une auge centrale où une vis d'Archimède les reprend et les élève au niveau du sol; elles sont ensuite chargées et transportées au tombereau.

A Breslau et à Berlin les eaux, avant d'arriver à la chambre d'aspiration des pompes, traversent un bassin circulaire de 10 à 12 mètres de diamètre, muni de deux grilles à larges mailles disposées suivant un diamètre et ayant pour effet d'arrêter les corps les plus encombrants.

Pour certaines villes, Dijon par exemple, la situation topographique permet d'amener les eaux d'égout à épurer sur le sol épurateur, sans le concours de machine élévatoire, par le seul fait de la pente, ce qui constitue un avantage marqué.

En effet, partout où l'élévation à l'aide de pompes et moteurs est nécessaire, chaque mètre cube d'eau se trouve, par ce fait seul, grevé d'une dépense variable avec la hauteur de l'élévation mais qui, dans tous les cas, ne descend pas au-dessous d'un centime (1).

2° AMENÉE DES EAUX SUR PLACE

De l'usine élévatoire au point le plus élevé d'où doit partir la distribution, les conduites de refoulement sont ordinairement en fonte, de diamètre variable suivant l'importance du cube refoulé chaque jour ($1^{m}10$ à Paris).

Quant à la distribution générale, elle peut se faire, soit à l'aide de rigoles à ciel ouvert, dans lesquelles l'eau descend à la faveur d'une pente continue, soit par conduites fermées, légèrement en charge, avec bouches de distribution.

Les rigoles à ciel ouvert ne peuvent convenir qu'à une exploitation de petite étendue et d'un seul tenant. Les principales sont

(1) Dépense actuelle pour Paris.

Digitized by Google

construites en maçonnerie, munies de vannes servant à diriger à volonté les eaux dans les rigoles secondaires en terre et, de là, dans les raies où se fait l'absorption par le sol.

Mais, lorsqu'il s'agit d'assurer l'irrigation d'une grande superficie de terrain et de faire parcourir à l'eau d'égout de longues étendues, en franchissant des chemins et répartissant l'eau sur des parcelles nombreuses et parfois isolées, il est évidemment préférable d'exécuter la distribution secondaire en conduites fermées, pouvant supporter la pression, se plier aux ondulations du terrain et franchir en pression les voies de communication ou les dénivellations du sol. Quant au réseau tertiaire, il est toujours à ciel ouvert et en terre.

Ce second système présente encore sur le premier un autre avantage très important. En effet dans les rigoles ouvertes, à faible pente, s'accumulent des dépôts solides en quantité assez considérable dont le maniement est toujours difficile, désagréable et coûteux. Le système tubulaire, au contraire, transporte et divise le dépôt solide à chaque bouche et le met ainsi plus facilement à la portée des cultures, tout en évitant une accumulation en masse.

Les conduites secondaires sont généralement en béton de ciment.

A Gennevilliers ces conduites, dont le diamètre varie de 0^m30 à 1 mètre, ont été exécutées en béton de ciment de Bourgogne à prise rapide, coulé sur place sur un moule mobile. Elles sont revenues, terrassements compris, à des prix variant de 9 fr. 60 pour celles de 0^m30 de diamètre, à 43 fr. 50 pour celles de 1 mètre de diamètre. Elles résistent à des pressions de 10 mètres.

Une canalisation en fonte ou même en poterie serait d'un prix bien supérieur.

En France, un arrêt de la Cour d'appel de Paris (12 janvier 1878) a admis l'application, aux eaux d'égout, de la loi de 1845 sur les irrigations et permet aux propriétaires des parcelles enclavées ou séparées d'une manière quelconque des conduites de distribution, d'obtenir le droit de passage sur les propriétés intermédiaires.

3° RÉPARTITION DES EAUX SUR LE TERRAIN

Le plus souvent les bouches de distribution émergent verticalement au centre d'un petit bassin circulaire en maçonnerie, ayant environ 1^m20 de diamètre, 0^m70 de profondeur et placé au point le

Digitized by Google

plus élevé, quelquefois même au-dessus du terrain naturel si le terrain présente peu de pente. Ces bouches sont constituées par des poteries de grès vernissées, de 0m22 à 0m30 de diamètre ; elles se ferment à volonté au moyen d'un plateau de bois ou de fonte appliqué sur l'orifice et maintenu en place à l'aide d'une vis de pression. Généralement, pour avoir de l'eau, on ne fait que desserrer la vis.

Le bassin, au milieu duquel émerge la prise d'eau, alimente deux petits canaux en terre battue, situés à la partie haute du terrain à irriguer et munis de vannes près du bassin. De chacun de ces canaux part une série de rigoles en terre, de 0m20 à 0m40 de profondeur suivant leur importance et, de ces rigoles, l'eau passe dans les raies séparant les planches cultivées et disposées de façon que l'eau, autant que possible, puisse circuler sans toucher les parties aériennes des plantes.

On arrête à volonté l'écoulement de l'eau dans une rigole ou dans une raie, à l'aide d'un vannage rustique formé d'un morceau de planche et de terre ou encore à l'aide d'un petit barrage en terre damée.

Les planches cultivées ont une largeur variable suivant la culture : de 1 mètre pour la culture maraîchère ou industrielle, et de 3 à 4 mètres et plus pour les prairies et céréales. En résumé, on donne au sol une forme qui est celle de la culture en billon, très usitée dans nos pays. Ajoutons enfin que la longueur des raies doit être telle que l'absorption soit complète à la fin du parcours. Cette longueur est évidemment variable avec la nature du sol ; sur le terrain graveleux de la plaine de Gennevilliers elle est d'environ 40 à 50 mètres.

Le prix de revient de la préparation du sol pour recevoir les eaux a été, pour cette plaine, de 500 fr. en moyenne par hectare.

4° DES ARROSAGES ET DRAINAGES

Les arrosages sont plus ou moins fréquents suivant la nature du sol, suivant les saisons, suivant les climats. Avec des terres fortes et un climat froid, les doses moyennes varient de 12,000 à 25,000 mètres cubes par hectare et par an ; avec un climat chaud, un sol perméable, des cultures épuisantes, les doses sont portées à 45,000 mètres cubes et dépassent même quelquefois ce chiffre.

Digitized by Google

Dans la plaine de Gennevilliers les cultivateurs se livrent à des cultures épuisantes : légumes ou plantes industrielles. Ils arrosent tous les trois jours en moyenne et font en hiver d'abondants colmatages ; ils emploient ainsi sur leur sol perméable environ 45,000 m. cubes par hectare et par an.

Lorsqu'on a affaire à des terrains peu perméables ou à des terterrains très perméables mais de peu d'épaisseur et reposant sur un sol imperméable, sans pente suffisante ou dont la nappe est voisine de la surface, il est utile, souvent même indispensable, de drainer le sous-sol pour favoriser l'écoulement des eaux, empêcher leur stagnation et maintenir au sol épurateur une épaisseur voulue.

Ce drainage doit comprendre essentiellement un certain nombre de tuyaux évacuateurs imperméables avec des branches collectrices perméables.

Les premiers comme les derniers doivent être placés en dessous du niveau supérieur que les eaux souterraines ne doivent pas dépasser.

L'écartement des drains perméables varie avec la nature du sol épurateur et surtout avec sa profondeur; il est facile de comprendre, en effet, que moins le sol épurateur a de hauteur, plus il importe de favoriser l'écoulement des eaux en multipliant le nombre des drains. Il n'est donc guère possible de fixer à priori l'écartement et l'importance des drains perméables ; l'expérience seule, pour chaque cas particulier, permet de donner des notions précises à cet égard.

D'après les Anglais (1), les terrains les plus légers doivent être garnis de quelques drains situés profondément, pour empêcher les eaux d'égout de séjourner dans le sous-sol. Toute terre de qualité intermédiaire doit être complètement drainée ; quant aux argiles, elles doivent être garnies de drains qui ne soient pas à plus de 4m50 l'un de l'autre. On doit avoir soin de les disposer de manière que les eaux ne puissent y arriver verticalement. Pour cela on doit mettre sur les tuyaux de drainage 30 centimètres de la terre la plus compacte, préalablement mouillée et bien foulée, de manière que les eaux, après avoir filtré à travers le sous-sol, pénètrent horizontalement dans les drains au lieu de se précipiter directement de la surface dans les tuyaux à travers l'argile fendillée.

A Gennevilliers, où la plaine se trouve entourée sur les trois

(1) Commission d'assainissement de la Seine. Paris, 1876. Documents anglais.

Digitized by Google

quarts du pourtour par le lit de la Seine, formant déjà par lui-même un drainage important et où le terrain est des plus perméables, on a pu se contenter, comme drainage artificiel, de conduites en béton rayonnantes, aboutissant à la Seine et écartées, en moyenne, de 800 à 1000 mètres.

Ces drains, placés dans les chemins, ont de $0^m,30$ à $0^m,40$ de diamètre; ils sont à peu près étanches et présentent latéralement des sortes de barbacanes pour l'entrée des eaux épurées. On les recouvre d'une épaisse couche de gravier destiné à faciliter l'accès de l'eau. Ils aboutissent à la Seine.

A Reims, où le sous-sol, formé par de la craie fendillée, est des plus perméables, le drainage est constitué par de simples fossés d'égouttement ayant de $2^m,50$ à 3 mètres de profondeur et distancés les uns des autres de 150 à 200 mètres.

CUBES D'EAU D'ÉGOUT CORRESPONDANTS AUX DIFFÉRENTES CULTURES

Nous empruntons à un excellent rapport, rédigé par M. Vilmorin, au nom d'une commission préfectorale d'études (Paris), les considérations suivantes :

« Si l'on rapproche des chiffres qui représentent le rendement obtenu au moyen des diverses plantes potagères, les données fournies par la science sur la composition de ces mêmes plantes, il est possible de se rendre compte, au moins approximativement, de la quantité de substances fertilisantes nécessaires à la production d'un poids donné de chaque nature de récoltes. Il devient par là relativement facile de déterminer la quantité d'eau d'égout nécessaire pour obtenir une récolte donnée de chacune des plantes potagères. Prenons, par exemple, une récolte de choux de 75,000 kilog. à l'hectare, ce qui est un produit considérable, mais non point le maximum de ce qui peut être obtenu dans de bonnes conditions de culture. 75,000 kilog. de choux frais doivent, d'après les tables de Wolf, contenir : azote, 180 kilog. ; potasse 472 kilog. 500 ; acide phosphorique, 105 kilog.

« D'autre part, nous pouvons considérer les eaux du collecteur d'Asnières comme contenant, en moyenne, par mètre cube : azote,

Digitized by Google

45 grammes; potasse, 40 grammes ; acide phosphorique, 19 grammes (moyenne des analyses faites pendant neuf années).

« Partant de ces données nous trouvons facilement, par le calcul, qu'il faudra exactement 4,000 mètres cubes d'eau, contenant chacun 45 grammes d'azote, pour fournir à cette récolte tout ce qu'il lui faut de cet élément. Le même calcul indique que 5527 mètres cubes d'eau seront nécessaires pour fournir à la même récolte l'acide phosphorique dont elle a besoin et que, pour lui apporter les 472 kilog. 500 de potasse qu'elle exige, il ne faut pas moins de 11,812 mètres cubes d'eau d'égout.

« En examinant ce que peuvent absorber les récoltes les plus considérables qui aient été obtenues jusqu'ici dans la plaine de Gennevilliers, on arrive à constater que :

« Pour produire 40,000 kilogr. de pommes de terre, il faut 4,355 mètres cubes fournissant 196 kilog. d'azote ;

« Pour 132,000 kilogrammes de carottes, il faut 14,960 mètres cubes, apportant 673 kilogr. 200 d'azote ;

« 120,000 kilogr. de betteraves fourragères demandent 12,300 mètres cubes d'eau pour trouver les 492 kilogr. de potasse qui leur sont nécessaires ;

« Enfin la récolte exceptionnelle, il est vrai, de 140,060 kilog. de choux pommés suppose l'emploi de 22,050 mètres cubes d'eau ayant fourni 882 kilog. de potasse.

« C'est tantôt la quantité d'azote, tantôt la quantité de potasse nécessaire aux plantes qui détermine la masse d'eau qu'elles doivent recevoir en arrosements ; les diverses plantes absorbent ces deux substances dans des proportions très variables. Quant à l'acide phosphorique, il se trouve presque toujours dans les eaux d'égout en quantités surabondantes par rapport au besoin des récoltes. D'une série nombreuse d'analyses des eaux d'égout et des produits de terres irriguées, analyses faites au laboratoire de l'école des Ponts et Chaussées, résultent des indications qui concordent d'une manière à peu près complète avec celles que nous venons de donner.

« Nous reproduisons dans le tableau ci-joint la plupart de ces analyses. Comme base des calculs on a, dans ce tableau, admis que chaque mètre cube d'eau contient :

Azote	0 k. 043
Potasse	0 k. 035
Acide phosphorique . .	0 k. 017

Digitized by Google

PRODUITS		AZOTE (Az.)	POTASSE (K. O.)	ACIDE phosph. (Ph. S.)	CUBE D'EAU D'ÉGOUT à fournir POUR LE RENDEMENT BRUT
		kil.	kil.	kil.	
Pois	Les 100 kilogrammes	4 50	1 02	1 17	
	Pour un rendement de 10,000 kilog. . .	450 »	102 »	117 »	11,000 m. c. (Az.)
Haricots	Les 100 kilogrammes	4 »	1 46	1 10	
	Pour un rendement de 8,000 kilog . . .	320 »	117 »	88 »	8,000 — . (Az.)
Navets	Les 100 kilogrammes	0 37	0 46	0 16	
	Pour un rendement de 49,000 kilog. . .	180 »	225 »	78 »	7,000 — (K. O.)
Cardes poirées	Les 100 kilogrammes	0 57	0 30	0 10	
	Pour un rendement de 33,000 kilog. . .	188 »	99 »	33 »	4,500 — (Az.)
Oseille	Les 100 kilogrammes	0 34	0 23	0 12	
	Pour un rendement de 46,000 kilog. . .	156 »	106 »	55 »	3,700 — (Az.)
Céleri	Les 100 kilogrammes	0 34	0 33	0 12	
	Pour un rendement de 16,000 kilog . . .	54 »	52 »	19 »	1,500 — (K. O.)
Cardons	Les 100 kilogrammes	0 19	0 44	0 05	
	Pour un rendement de 76,000 kilog. . .	144 »	334 »	38 »	10,000 — (K. O.)
Radis noirs	Les 100 kilogrammes	0 56	0 88	0 29	
	Pour un rendement de 21,000 kilog. . .	118 »	185 »	61 »	5,300 — (K. O.)

Digitized by Google

« Les chiffres de mètres cubes inscrits au tableau sont un peu forts, il est vrai, parce qu'il faut tenir compte des substances fertilisantes qui sont apportées par les pluies, par les poussières et débris organiques que transportent les vents et par la décomposition lente des éléments du sol lui-même. Toutefois ces diverses causes n'ont pas une action bien importante, surtout en regard de ce que demandent des cultures à si gros rendement, et l'on ne doit pas être bien loin de la vérité en admettant qu'elles n'apportent pas aux récoltes un dixième des éléments qui leur sont nécessaires.

« Il faut reconnaître, d'autre part, que ces apports doivent être plus que compensés par la perte de toutes les substances tenues en dissolution ou en suspension dans l'eau qui ne se trouve jamais en contact avec les racines et qui descend dans les profondeurs du sol sans avoir servi à la nutrition des plantes. On doit tenir compte, à ce point de vue, de la nature très perméable du sol arrosé, circonstance qui occasionne une perte considérable d'eau absorbée en route avant d'être parvenue aux parties du champ les plus éloignées de son point d'arrivée. Ce qui s'observe aujourd'hui dans les cultures irriguées à l'eau d'égout donne lieu de croire qu'une très forte proportion de l'eau introduite sur les champs arrosés n'est pas réellement utilisée, au moins en tant qu'engrais ; les constatations faites par le service des eaux établissent que les cultivateurs à qui l'on donne l'eau d'égout, en emploient en moyenne 45,000 mètres cubes par hectare. La nature très aride et très perméable du terrain peut faire qu'il soit indispensable d'appliquer comme arrosage aux récoltes, ce volume d'eau très supérieur à celui dont elles ont besoin à titre d'engrais. S'il en est réellement ainsi, il faudrait admettre que les eaux d'égout de Paris, pour être complètement utilisées par la culture, devraient lui être livrées plus diluées qu'elles ne le sont actuellement. »

M. Vilmorin nous semble avoir oublié que la plupart des cultures pratiquées à Gennevilliers n'occupent la terre que quelques mois et laissent le temps et la place de faire une autre récolte dans l'année, sans préjudice des cultures intercalaires ou même des herbes qu'on n'évite jamais d'une façon complète, ce qui justifie le chiffre des irrigations.

Des données précédentes le cultivateur intelligent saura déduire la culture intercalaire qui lui permettra d'utiliser le plus complète-

Digitized by Google

ment possible les matières fertilisantes contenues dans les eaux d'égout employées.

Pour compléter les données sur le sujet que nous venons de traiter, voici approximativement les quantités d'azote, d'acide phosphorique, de potasse, de chaux et de magnésie entrant dans la composition de 100 kilogrammes des produits suivants, paille et grain :

PRODUITS	AZOTE	ACIDE PHOSPHORIQUE	POTASSE	CHAUX	MAGNÉSIE
	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
Blé	1 20	0 50	0 70	0 28	0 18
Seigle	1 00	0 40	0 80	0 35	0 15
Orge	0 95	0 35	0 90	0 30	0 12
Avoine	0 90	0 35	0 95	0 35	0 18
Maïs	0 90	0 40	1 50	0 35	0 25
Sarrazin	1 20	0 30	0 95	1 35	0 70
Féveroles	3 60	1 00	2 45	1 30	0 35
Lentilles	2 10	0 50	0 60	1 20	0 10
Colza d'hiver	1 60	0 80	0 10	0 15	0 05
Pavot	1 10	0 65	1 70	1 70	0 45
Lin	0 80	0 50	1 00	0 70	0 25
Chanvre	» »	0 40	0 60	1 50	0 30
Houblon	0 55	0 14	0 25	» »	0 15
Betteraves à sucre	0 28	0 12	0 50	0 18	0 18
Betteraves fourragères	0 33	0 12	0 65	0 13	0 13
Pommes de terre	0 44	0 20	0 63	0 14	0 13
Topinambour	0 44	0 14	0 86	0 18	0 15
Ray-grass	0 57	0 17	0 53	0 16	0 05
Herbes en vert	0 44	0 15	0 60	0 27	0 11
— en foin	1 31	0 35	1 60	0 77	0 26
Maïs vert	0 28	0 07	0 32	0 12	0 09
Seigle vert	0 43	0 24	0 63	0 12	0 05
Trèfle rouge	2 00	0 56	1 95	1 92	0 69
Luzerne	2 00	0 51	1 52	2 88	0 35
Sainfoin	1 80	0 47	1 79	1 46	0 30
Vesces	2 27	0 62	2 00	1 93	0 50

Remarquons que les chiffres portés dans ce tableau ne peuvent rien avoir d'absolu, les diverses quantités d'azote, d'acide phosphorique, de potasse, etc., entrant dans la composition d'une plante déterminée, étant variables dans d'assez grandes limites suivant

Digitized by Google

la culture adoptée pour la plante, la nature du sol qui l'a produite, etc., etc.

Dans les calculs basés sur les données que nous venons d'indiquer pour déterminer les quantités d'eau d'égout nécessaires à chaque plante, il y a lieu de tenir compte de ce que la totalité de la récolte ne disparaît pas de la culture. Une partie souvent assez notable des produits reste dans le sol même ou y retourne sous forme de fumure. D'autre part, il est également juste de rappeler qu'une certaine quantité des produits organiques minéralisés dans le sol peut se trouver entraînée avec les eaux épurées sans avoir été utilisée par la culture.

RÉSULTATS OBTENUS DANS LA CULTURE PAR LES IRRIGATIONS A L'EAU D'ÉGOUT

1° DOCUMENTS ANGLAIS

1° PRAIRIES DU VOISINAGE D'EDIMBOURG. — FERMES DE CRAIGENTINNY ET DE LOKEND

Il y a longtemps que l'on cite ces prairies comme des exemples de la production la plus abondante que l'on connaisse en agriculture : elles donnent une herbe un peu grossière et aqueuse, mais qui convient parfaitement à la nourriture des vaches. Ces prairies ne peuvent être citées comme un exemple probant de la désinfection des villes par l'irrigation, car les eaux impures y sont versées en si grand excès que le sol ne peut suffire à les purifier. Malgré cela, on peut y voir exercée d'une manière frappante la puissance désinfectante du sol et de la végétation.

Le Foul Burn, qui arrose les prairies de Craigentinny, traverse d'abord la ferme de Lokend, où environ 8 hectares d'herbe ordinaire et 3 hectares de ray-grass reçoivent de 25 à 40,000 mètres cubes d'eau par hectare pendant la saison où la végétation est active et une quantité pour ainsi dire indéfinie pendant l'hiver. En outre, il y a à Lokend 5 hectares de terre labourable dont 3 sont cultivés chaque année en ray-grass de première et de seconde année, arrosés

Digitized by Google

au moyen de pompes qu'une roue mise en mouvement par le cours d'eau lui-même fait marcher. La quantité d'eau ainsi déversée s'élève en moyenne à 50,000 mètres cubes par hectare.

L'herbe des prairies de Lokend, vendue chaque année, a rapporté en moyenne (de 1865 à 1875) 1725 francs par hectare. Le ray-grass, dans la même ferme et dans les mêmes années, a rapporté 1800 francs environ par hectare.

Au sortir de Lokend on a fait, à droite et à gauche du Foul Burn, des saignées qui vont fort loin du cours d'eau. On a ainsi créé une ferme en éventail de plus de 80 hectares. Cette ferme (de Craigentinny) comprend quelques terrains naturellement fertiles ; mais sa partie inférieure se compose d'une large zone de sable pur, qui n'était autrefois qu'une lande stérile et qui, maintenant, ne le cède en rien aux terres les plus fertiles du district.

La quantité d'herbe que rapporte l'hectare varie entre 125 et 175 tonnes. A mesure que la distribution des eaux et le drainage se font d'une manière plus régulière, on voit s'accroître chaque année le rendement et monter les prix. Le terrain ne donne aucun signe d'épuisement. Les eaux chargées d'immondices apportent aux plantes plus de nourriture qu'il ne leur en faut, de sorte que même le sable du rivage est aussi fertile que le reste de la ferme et que le sol s'enrichit d'année en année, malgré les énormes récoltes qu'il produit.

2° IRRIGATION A BARKING — FERME DE LODGE

Ici on ne dispose que d'une quantité limitée d'eaux impures et l'on s'est proposé, en les répartissant sur une grande étendue de terrain, d'obtenir le plus grand rendement possible.

Le terrain étant excessivement perméable, il a été divisé en carrés de 15 à 45 mètres de côté, coupés chacun par un canal central, d'où part de chaque côté une pente que suivent les eaux d'égout pour arriver à un sillon intermédiaire.

Le canal central est aussi horizontal que le permet la pente du terrain et de chaque côté la pente varie de 1/10 à 1/60.

Les eaux élevées jusqu'à un réservoir situé sur le point le plus élevé de la ferme se rendent de là, par des fossés découverts, aux canaux irrigateurs de chaque pièce de terre. Ces canaux, qu'un ou-

Digitized by Google

vrier ferme de temps en temps avec sa bêche, débordent et les eaux d'égout, passant à la surface et au travers du sol pour se rendre aux sillons intermédiaires, sont conduites par ces derniers aux parties basses de la ferme et y sont réparties de nouveau jusqu'à ce qu'elles soient entièrement absorbées par le sol. Celui-ci étant excessivement perméable, les eaux restent peu de temps à la surface et disparaissent pour n'être retrouvées qu'à la bouche du drain principal de la ferme. Ce canal, presque à sec en temps ordinaire, coule à pleins bords une heure ou deux après que les champs ont reçu les eaux d'égout (1).

Les quantités d'eau employées varient de 13 à 15,000 mètres cubes à l'hectare pendant la végétation.

Les rendements, malgré la mauvaise qualité du sol, ont été les suivants la première année : pour le ray-grass, 1000 tonnes à l'hectare ; pour le blé, ayant reçu deux irrigations en mars et en avril, 40 hectolitres de grains à l'hectare ; pour l'avoine d'hiver, ayant reçu trois irrigations, deux complètes en mars et en avril et une partielle en juin, 60 hectolitres à l'hectare.

Les récoltes en pommes de terre, choux, betteraves ont été également très satisfaisantes.

Depuis les rendements se sont améliorés sans que l'on ait jamais été obligé d'interrompre la culture pour laisser reposer le sol.

IRRIGATIONS DE MERTON (2)

A Merton convergent les eaux d'égout de divers centres représentant environ 20,000 habitants. Le cube journalier est de 2270 mètres cubes, dont les trois quarts arrivent par l'action de la pesanteur et dont le dernier quart doit être remonté par des machines. A leur arrivée à l'usine les eaux traversent un filtre grossier, formé de grilles et de charbon concassé. Ce filtre retient les matières suspendues les plus grosses lesquelles, additionnées de chaux et d'un désinfectant tiré des huiles lourdes de goudron, sont desséchées au filtre-presse. Les eaux ainsi dégrossies sont amenées sur les champs d'épuration. Ceux-ci présentent une surface totale de 16 hectares,

(1) Ce mode d'épandage des eaux n'est pas à imiter ainsi que nous l'avons déjà vu.

(2) Commission technique de 1882.

Digitized by Google

sur lesquels 12 servent à l'épuration. Le cube épuré annuellement étant de 829,000 mètres cubes, la dose versée à l'hectare et par an est de 69,000 mètres cubes.

Les eaux circulent autour de pièces à ciel ouvert dans de petits fossés en terre; elles sont distribuées soit, en général, par rigoles découvertes soit, dans quelques pièces, par des tuyaux de drainage souterrains, situés à une profondeur de 0m60 à 0m90. Un système de drainage d'évacuation est placé à 1m50 de profondeur.

La surface totale est séparée, par le talus d'une voie ferrée, en deux parties; les eaux fournies par le drainage d'évacuation de la partie d'amont repassent sur les champs d'aval. — Les eaux, évacuées définitivement par une galerie filtrante de 0m75 de large et 1m05 de haut, sortent très limpides; elles retournent à la rivière voisine, la Vandel, qui est assez pure, immédiatement à l'aval, pour alimenter des cressonnières.

IRRIGATIONS DE CROYDON (1)

L'épuration des eaux d'égout par épandage sur le sol se pratique depuis de longues années à la Sewage Farm de Croydon. La ferme comprend une surface de 247 hectares. Le cube journalier d'eaux d'égout reçues varie de 22,500 à 90,000 mètres cubes, ce qui correspond à des doses, à l'hectare, comprises entre 33,250 mètres cubes et 133,000 mètres cubes.

Les eaux qui coulent dans les fossés d'évacuation, après leur passage sur les terres, sont parfaitement limpides. Les terres sont recouvertes de cultures diverses, notamment de prairies, dont l'aspect est très satisfaisant. Les eaux sont distribuées à ciel ouvert par des canaux en terre; les manœuvres de répartition se font à l'aide de vantelles en bois.

La ferme comporte un assez grand nombre de vaches d'excellente apparence.

Aucun inconvénient au point de vue hygiénique n'a été signalé ni à la ferme, ni dans les environs où se trouvent de nombreuses maisons de campagne.

Les terres, bien que légères, donnent de très fortes récoltes de

(1) Ville d'une population de 90,000 âmes.

Digitized by Google

ray-grass; on y fait 4 ou 5 coupes par an, donnant chacune en moyenne 20 à 25 tonnes de fourrage par hectare.

On y pratique aussi la culture de la betterave et, dans les endroits où le blé a succédé à l'herbe traitée par l'eau d'égout, on y a employé avec avantage les irrigations, même au mois de juillet, quand la récolte paraît souffrir de la sécheresse.

Mais encore là, comme presque partout en Angleterre, la plus grande partie du sol arrosé est en prairies.

En Angleterre on admet en général, que pour une bonne utilisation agricole des eaux d'égout, il faut que la superficie des terrains irrigués compte au moins un hectare par 250 à 300 habitants de la ville.

Le ray-grass d'Italie est considéré comme la plante convenant le mieux aux fermes d'irrigation; il absorbe le plus d'eau d'égout, couvre le sol de manière à étouffer les mauvaises herbes, donne des produits dès le printemps et continue à en donner pendant l'été et l'automne. Il fournit de 5 à 7 coupes par an et produit de 75 à 125 tonnes de bonne herbe par hectare.

Dans cette culture il faut tenir compte des besoins locaux et ne pas les dépasser, car l'herbe nouvelle ne se conserve pas longtemps et ne peut être transportée au loin. Elle est surtout bonne pour la nourriture des vaches à lait. On doit donc toujours, lorsqu'on le peut, réunir une laiterie à la ferme d'irrigation. Lorsque l'été est sec et chaud, on peut faire du bon foin qui est agréable et sain. En juillet 1876, sur la ferme d'irrigation de Duncaster, on a récolté sur 720 hectares de terre environ 22,500 kilog. d'herbe verte à l'hectare qui ont donné 6,250 kilog. de foin sec à l'hectare, soit à peu près 45 tonnes de foin en réalité (1).

Les cultures, à l'eau d'égout, d'osiers, de choux et de betteraves ont donné également de bons résultats.

Ces derniers ont été moins satisfaisants pour la culture des légumes, tels que pommes de terre, navets et particulièrement pour les pois et autres farineux. On a reconnu que, pour la culture de ces légumes, il valait mieux enrichir d'avance la terre par des irrigations fréquentes que de l'irriguer quand ces plantes y poussent, sauf pendant les temps de grande sécheresse (2).

(1) Commission technique d'assainissement de la Seine, 1876. Documents anglais.

(2) Cet insuccès éprouvé par les Anglais provient sans doute de ce qu'ils

Digitized by Google

La culture des terres à l'eau d'égout a été reconnue comme exigeant deux fois plus de main-d'œuvre et un plus grand nombre de chevaux que celle d'une ferme ordinaire de même étendue.

Les fonds de roulement nécessaires sont par suite plus considérables que pour la culture ordinaire; enfin l'exploitation et le bétail d'une ferme d'irrigation, sur laquelle on consomme les produits obtenus, exigent un capital cinq fois plus considérable que celui d'une ferme ordinaire. Une des grandes difficultés est l'extirpation des mauvaises herbes car, avec les irrigations d'eaux d'égout, toutes les graines et les moindres herbes poussent et, de plus, les eaux elles-mêmes apportent souvent les graines de mauvaises herbes provenant du fourrage et de la paille des écuries et des étables des villes.

2° DOCUMENTS FRANÇAIS

Nous reproduisons à ce sujet quelques passages du rapport très intéressant présenté au congrès international d'hygiène de Paris (du 1er au 10 août 1878) par MM. Schlœsing et A. Durand-Claye, relativement aux cultures de la plaine de Gennevilliers pour lesquelles il est fait usage d'irrigations à l'eau d'égout (1).

1° DES RENDEMENTS

« *Légumes* (2).—La commission chargée en 1874 par M. le ministre de l'agriculture de décerner des récompenses aux cultivateurs de la plaine de Gennevilliers qui auront justifié du meilleur emploi des eaux d'égout, cite dans son rapport quelques chiffres comme représentant des rendements obtenus dans les cultures soumises à son examen. Il est bon de rappeler que ce rapport est dû à la plume,

n'ont pas observé dans cette culture les principes appliqués à la plaine de Gennevilliers, principes consistant à faire les rigoles assez profondes pour que l'eau ne déborde jamais et à suspendre les irrigations en temps utile avant la récolte.

(1) Rapport fait au nom d'une commission composée de MM. Bouley, Cornil, A. Durand-Claye, H. Gueneau de Mussy, Lauth, Mille, Millet, Orsat, Proust, Schlœsing, Vauthier.

(2) Extrait d'un rapport de M. Vilmorin.

Digitized by Google

autorisée entre toutes, de M. Hardy, directeur de l'école d'horticulture et du potager de Versailles; ce n'est pas ici, au surplus, la seule occasion où votre sous-commission aura à citer cet excellent travail. Les rendements constatés dans cette circonstance se sont élevés aux chiffres suivants:

Choux.	75,000 kilogr.	à l'hectare.
Betteraves.	120,000	—
Carottes	50,000	—
Haricots	15,000	—

« Ces chiffres sont loin de représenter le maximum du rendement qui peut être obtenu en un an sur un hectare, car beaucoup de ces cultures n'occupent la terre que quelques mois et laissent le temps et la place de faire une autre récolte dans l'année, sans préjudice des cultures intercalaires, plus ou moins importantes, qui peuvent occuper le terrain en même temps que les récoltes principales.

« D'autres constatations, faites sur place par des membres de la Commission, ont donné les chiffres suivants:

Artichauts, de 36 à 50 et même 80,000 têtes par hectare.
Choux-fleurs, de 20 à 30,000 têtes pesant de 35 à 40,000 kilog.
Ail, 37,000 kilogrammes par hectare,
Carottes, 60, 80 et jusqu'à 132,000 kilogrammes.
Céleri et céleri-rave, au delà de 100,000 kilogr.
Choux, jusqu'à 140,000 kilogr.
Oignons, 60 à 80,000 kilogr.
Poireaux, 60,000 kilogr.
Pommes de terre, 30, 35 et 40,000 kilogr.
Potirons, 120 à 140,000 kilogr.
Salsifis, 10 à 12,000 bottes, pesant jusqu'à 25,000 kilogr.

« Si l'on compare ces rendements à ceux de la culture légumière faite en plein champ et sans irrigation, on trouve une différence du simple au double, au triple et même au quintuple en faveur des cultures arrosées à l'eau d'égout. L'usage de ces eaux permet d'obtenir, dans des terres jadis stériles, des rendements qui se rapprochent de ceux des jardins maraîchers proprementd its où l'eau et le fumier sont employés à profusion et à grands frais et d'où la culture des gros légumes est généralement exclue comme trop peu rémunératrice; et non seulement les rendements sont très considérables, mais encore la beauté des produits ne laisse rien à désirer. Ce

Digitized by Google

fait a été mis en lumière d'une façon toute spéciale par le succès obtenu à l'exposition de la Société centrale d'horticulture (11-14 octobre 1877), par un maraîcher de Gennevilliers, le sieur Rothberg, dont la collection de légumes, admirée de tout le monde, a obtenu le premier prix disputé entre tous les maraîchers du département de la Seine.

« *Arbres fruitiers et pépinières.* Des essais de culture d'arbres fruitiers et de pépinières ont été faits dans les terres arrosées et le succès en a été des plus satisfaisants, surtout au point de vue de la rapidité du développement des arbres. Des amandes plantées au printemps ont donné des plants qui, greffés en août, avaient déjà, à la fin de l'année suivante, une hauteur de 1m80 et 0m06 de circonférence à la base. D'autres pêchers, greffés sur pruniers, développaient, à la seconde année de greffe, trois branches de 1m80 chacune avec une circonférence de 0m07 à la base.

« Les peupliers suisses réussissent d'une façon surprenante et acquièrent, en fort peu de temps, des dimensions considérables ; les arbustes à feuilles persistantes, fusains et troënes, y végètent aussi avec une vigueur remarquable et s'y forment avec une extrême rapidité ; enfin la culture de l'osier est une de celles qui donnent les meilleurs résultats dans les terres arrosées. Il y a lieu de remarquer que toutes les personnes, qui ont appliqué l'irrigation à l'eau d'égout aux arbres fruitiers ou d'ornement, ne sont pas également convaincues de l'heureuse influence de cette pratique ; il en est qui donnent la préférence à l'emploi du dépôt formé dans les rigoles sur l'usage des eaux elles-mêmes. Cela revient à dire que les arbres ont plutôt besoin d'engrais que d'arrosements (1). »

« *Plantes industrielles.* — C'est bien à l'industrie horticole qu'il faut rapporter la culture des plantes à odeur ou saveur prononcée, qui sont produites en vue de la parfumerie ou de la distillation des liqueurs. Ce genre spécial de culture a été essayé à Gennevilliers dès la première période des cultures expérimentales, celle qui est antérieure à 1870 ; le succès en a été complet et indiscuté au point de

(1) Ce fait est très contesté ; nous avons vu à la plaine de Gennevilliers la culture à l'eau d'égout appliquée avec beaucoup de succès à des arbres fruitiers ainsi qu'à d'autres arbres de toute nature. Les conifères seuls paraissent mal s'accommoder de cette culture.

Digitized by Google

vue de l'abondance des produits obtenus ; les rendements ont atteint et parfois même dépassé les chiffres ci-après :

Menthe, 40 à 50,000 kilogrammes en deux coupes ;
Absinthe, 110 à 120,000 kilogrammes;
Angélique, 28,000 kilogr. par hectare à la 2e année.

« Ces chiffres se passent de commentaires. Il est bien évident que l'apport d'eau chargée de substances fertilisantes a pu seul entretenir la végétation vigoureuse et soutenue, nécessaire pour donner lieu à une production semblable.

« La grande culture disparaît d'elle-même dans la plaine de Gennevilliers à mesure que les irrigations se développent : le voisinage et l'énorme consommation des halles et des établissements publics de Paris conduisent les cultivateurs de la plaine, suivant les principes économiques les plus simples, à faire produire au sol les plantes dont le débouché est assuré et la vente rémunératrice, c'est-à-dire les légumes en pleine terre ; la Commission nommée en 1874 par M. le ministre de l'agriculture, décernait néanmoins une médaille d'argent à M. Boismal, cultivateur à Gennevilliers, pour son application à la grande culture des eaux d'égout sur cinq hectares. M. Boismal a doublé les rendements ordinaires ; il a obtenu :

120,000 kilog. d'excellentes betteraves à bestiaux par hectare,
27 hectolitres de froment dans de mauvaises terres à peine bonnes pour le seigle,
50 hectolitres d'avoine dans les mêmes conditions.

« La Commission d'études (1877) constatait en moyenne, sur terrains irrigués ou colmatés :

25 à 30 hectolitres de blé,
30 à 40 » d'avoine,
70,000 à 100,000 kilogr. de betteraves à bestiaux,
5 coupes de luzerne, etc., etc.

Vingt-deux nourrisseurs d'Asnières, Levallois-Perret, Clichy, etc. élèvent environ 250 vaches avec l'herbe des prairies de la plaine. Un kiosque de vente de ce lait fonctionne à l'Exposition universelle (de 1878), le verre de lait s'y vend 0f40 et la qualité est constatée par de nombreux amateurs (1). »

(1) Depuis cette époque le nombre des vaches laitières a plus que doublé.

Digitized by Google

2° QUALITÉ DES PRODUITS OBTENUS

1° LÉGUMES

« Les lois les plus élémentaires de la physiologie et de la chimie agricole aussi bien que les faits courants de la pratique ont appris depuis longtemps que les produits obtenus par le fumier ou par la poudrette sont tous constitués d'une manière identique. L'eau d'égout n'étant que du fumier liquide n'a rien qui doive bouleverser les lois constantes de la nature. Voici du reste en quels termes s'exprime M. Vilmorin dans le rapport précité : « A cette question (les produits horticoles obtenus au moyen des irrigations à l'eau d'égout sont-ils de bonne qualité ?) le plus exigeant et le plus difficile des consommateurs, la Halle de Paris, a répondu et répond tous les jours d'une façon affirmative. Les produits obtenus à Gennevilliers avec les eaux d'égout y sont apportés chaque matin en quantité considérable et leur provenance est loin d'être pour eux une cause de défaveur. Divers grands hôtels de Paris, d'importants services d'approvisionnement, les fournisseurs des hospices et de l'armée prennent à Gennevilliers une partie des légumes qui leur sont nécessaires et sont tous prêts à y étendre leurs achats à mesure que grandira la production maraîchère. »

« Dans le rapport, déjà cité, de la commission chargée de décerner des prix aux meilleures cultures faites avec les eaux d'égout, il est dit que, dans les cultures visitées par la commission, l'abondance et la qualité des produits étaient remarquables. Plus loin le rapporteur revient sur la même question et dit: « La qualité des produits, un instant contestée par quelques personnes, a été reconnue bonne : ils conservent la saveur qui leur est propre et ne contractent aucun mauvais goût. »

« Au surplus, il suffit de réfléchir un instant pour comprendre qu'il en doit être ainsi, car les substances organiques qui sont contenues dans les eaux d'égout et leur communiquent leur odeur propre, odeur, soit dit en passant, bien moins accusée que celle des fumiers, gadoues et autres engrais employés dans tous les jardins, ces substances organiques, disons-nous, ne sont absorbées par les plantes qu'après avoir été décomposées, par l'effet de la combustion lente,

Digitized by Google

en leurs éléments primitifs : eau, azote, acide carbonique, lesquels sont absolument dépourvus d'odeur et de saveur. Il y a lieu de remarquer toutefois que l'eau d'égout doit être mise en contact seulement avec les racines des plantes et non avec leurs parties aériennes sur lesquelles elle laisserait un dépôt malpropre qui pourrait nuire à la bonne qualité des légumes et peut-être à leur salubrité.

« Il n'y a donc pas de motifs pour que l'eau d'égout bien employée ôte rien à la qualité des légumes qu'elle aura servi à arroser ; il y en a au contraire pour qu'elle rende cette qualité excellente. Tout le monde s'accorde, en effet, pour reconnaître que les légumes qui se sont développés rapidement et sous l'influence de fumures abondantes sont plus tendres et meilleurs de tous points que ceux dont les tissus se sont endurcis par suite de temps d'arrêt ou de ralentissement dans la croissance causée par la sécheresse ou tout autre motif. Or l'irrrigation avec les eaux d'égout, qui fournit constamment aux plantes l'eau et l'engrais, les met précisément dans les conditions les plus favorables à une végétation active, rapide et soutenue.

« La sous-commission... a soumis à la dégustation un assortiment complet de légumes provenant d'une culture à l'eau d'égout, comparativement avec des légumes venus dans les conditions ordinaires, et les pommes de terre seules ont été trouvées, dans quelques échantillons, un peu inférieures comme qualité à celles qui provenaient de terres non irriguées : il est juste de remarquer que le même fait se présente presque toujours quand les pommes de terre ont été cultivées dans un sol humide ; on est donc en droit de l'attribuer non à la nature de l'eau, mais à l'excès d'arrosage. Tous les autres légumes arrosés à l'eau d'égout ont été trouvés aussi bons ou meilleurs que leurs similaires autrement cultivés. L'observation faite à l'endroit des pommes de terre tendrait à confirmer ce que nous disions plus haut, à savoir que l'irrigation à l'eau d'égout est surtout avantageuse pour les légumes verts. Quand il faut, en outre de l'accumulation des éléments constitutifs de la plante, une certaine élaboration de ces éléments, élaboration pour laquelle l'eau et l'engrais deviennent superflus, mais le temps au contraire indispensable, on compromet la qualité de la récolte si l'on continue les arrosements. Si on les suspend, on rentre dans les conditions

Digitized by Google

de la culture ordinaire mais alors on cesse de profiter des avantages qu'offre la disposition gratuite de quantités sans cesse renouvelées d'eau et d'engrais. Il y a donc, à tous les points de vue, avantage à garnir les terres arrosables de plantes qui puissent toujours recevoir utilement les eaux à des intervalles assez rapprochés. »

2° ARBRES FRUITIERS ET PÉPINIÈRES

« On n'a pas moins contesté la bonne constitution des plants d'arbres fruitiers ou autres, formés dans les pépinières arrosées à l'eau d'égout, que la qualité des légumes obtenus dans les mêmes conditions. Cette prévention est mal fondée, mais il est plus difficile de le démontrer ici que dans le cas des légumes. La sous-commission peut affirmer que tous les plants et arbres qu'elle a examinés lui ont paru sains, vigoureux et de tous points bien constitués. L'opinion généralement reçue, d'après laquelle les jeunes arbres élevés en pépinière devraient être formés dans un terrain moins riche que celui où il seront plantés à demeure, ne lui a pas paru reposer sur une base théorique solide, ni sur des faits d'expérience bien constatés ; il lui semble, au contraire, que des individus dont les tissus ont été, dès le début de la végétation, abondamment pourvus de tous les éléments nécessaires à leur formation, doivent posséder des réserves plus importantes que celles d'arbres venus dans de moins bonnes conditions et être mieux que ceux-ci en état de supporter quelques privations passagères.

« La sous-commission ne possède aucun document qui l'autorise à regarder les plants et les arbres élevés à Gennevilliers et arrosés avec l'eau d'égout comme inférieurs, à aucun point de vue, aux produits analogues cultivés dans les principaux centres de pépinières des environs de Paris.

« Il y a lieu de faire observer toutefois que l'arrosement à l'eau d'égout ne doit pas être, pour les plants d'arbres et arbustes, aussi abondant ni aussi prolongé que pour les plantes potagères. Il faut cesser l'usage des eaux vers la fin de l'été, sous peine de voir la végétation se continuer trop avant dans la saison et les dernières pousses rester trop tendres et ne pouvoir supporter l'hiver.

Digitized by Google

3° PLANTES INDUSTRIELLES

« L'action des arrosements à l'eau d'égout, très favorables au point de vue du rendement en poids des menthes, absinthes, etc., n'est nullement préjudiciable au point de vue de la richesse de ces plants en principe odorant. La production de ce principe, liée à une végétation active et vigoureuse, ne laisse rien à désirer dans les cultures irriguées, comme cela résulte de nombreux essais comparatifs faits à l'usine Chardin-Hadancourt. La seule précaution à observer consiste à suspendre les arrosages quinze jours avant l'époque de la récolte des plantes. »

3° PLUS-VALUE AGRICOLE ET LOCATIVE DES TERRAINS IRRIGUÉS

« Les produits obtenus étant abondants, de bonne qualité et se plaçant avantageusement sur le marché, on ne saurait douter que l'emploi agricole des eaux d'égout, tout en étant le couronnement du meilleur procédé pratique d'épuration, l'absorption et la filtration par le sol, n'offre en même temps les éléments d'une opération fructueuse. M. Hope, résumant les données nombreuses recueillies en Angleterre, évalue de 3,300 à 4,500 francs à l'hectare le revenu brut d'une irrigation à l'eau d'égout bien conduite tant sur des produits légumiers que sur les prairies.

« M. Vilmorin s'exprime de son côté en ces termes : « Les chiffres suivants représentent la valeur moyenne des diverses récoltes sur pied ; il ne faut pas perdre de vue que le même terrain peut porter deux et parfois trois récoltes dans la même année :

Choux	3 à 4,000	francs par hectare.
Choux-fleurs.	5 à 10,000	—
Carottes	3,000	—
Menthe.	4 à 5,000	—
Artichauts.	5 à 6,000	—
Oignons	3,500	—
Absinthe	4 à 5,000	—

« C'est en moyenne un produit brut d'au moins 4,000 francs à

Digitized by Google

l'hectare ou 0f40 par mètre carré, produit précisément égal à celui qui s'obtient couramment aux environs de Saint-Denis et d'Aubervilliers, dans la plaine des Vertus, restée le principal centre jusqu'ici de la production des légumes en plein champ. »

« Aussi ces forts rendements se traduisent-ils par une augmentation marquée de la valeur locative des terrains irrigués. La commission d'étude, nommée en 1877 par M. le Préfet de la Seine, s'est livrée à ce sujet à une enquête minutieuse qui a abouti à un rapport, à la fois développé et précis, dû à M. l'Ingénieur Orsat. Les faits constatés à Gennevilliers étaient de nature à fournir une démonstration complète ; en effet, la ville de Paris ne possède par elle-même qu'une parcelle insignifiante dans la plaine. C'est par le jeu libre des intérêts privés que devait se produire la plus ou la moins-value due aux irrigations, après une période de cinq années consécutives d'exploitation. La commission s'est livrée à un travail considérable; elle a compulsé les livres et les dossiers de l'enregistrement; elle a interrogé de nombreux cultivateurs ; elle a relevé le plan cadastral de la commune de Gennevilliers et reconnu les classes des 7,000 parcelles dont se compose la commune. Cette classification rangeait les terres en cinq catégories, de la première à la cinquième classe; le revenu cadastral de la première classe était porté à 90 francs et celui de la cinquième à 30 francs, soit un revenu trois fois moindre que pour la première classe. Or, examinant les trois époques de 1855, 1865 et 1877, les deux premières antérieures aux irrigations, la commission est arrivée aux conclusions suivantes :

« On voit, dit-elle, que la valeur des meilleures terres de la commune est restée sensiblement la même pendant ces trois périodes, c'est-à-dire au maximum de 2 à 300 francs l'hectare; mais les mauvaises terres de la section E et de la section D (siège principal des irrigations), ont singulièrement été modifiées. Leur valeur locative, autrefois insignifiante et presque nulle, c'est-à-dire au-dessous de 100 francs l'hectare, ou en tout cas ne dépassant jamais 200 francs, a non seulement atteint ce dernier chiffre, mais s'est élevée à 400 francs et même 500 francs l'hectare. Quelques parcelles non irriguées, égarées au milieu de ces champs, tous irrigués, ont même profité de l'accroissement de valeur par la facilité qu'elles ont de pouvoir l'être. » Et ailleurs : « Les cultivateurs de la plaine,

Digitized by Google

interrogés sans parti pris, reconnaissent et chiffrent ainsi qu'il suit l'augmentation de la valeur locative due à l'irrigation :

« L'arpent (0ʰ34ᵃ19) se louait autrefois 50 francs, aujourd'hui il vaut 150 francs ; c'est donc une plus value de 300 francs l'hectare, et, nous l'avons vu, la plus-value s'étend tout aussi bien aux terres de première qu'à celles de cinquième classe. Essayons de chiffrer l'importance totale de ce résultat en admettant que l'irrigation atteigne toute la surface de la commune. Nous pensons qu'il en résulterait au moins en moyenne 200 francs de revenu de plus par hectare sur toutes les classes de terre ; ce serait donc pour Gennevilliers seul un supplément de revenu annuel de 250,000 francs environ et, en comptant la section D d'Asnières, plus de 300,000 francs. »

En présence de ces faits officiels comment se fait-il qu'on entende répéter sans cesse par les adversaires des procédés naturels que les irrigations à l'eau d'égout sont ruineuses ; que partout elles ont conduit aux plus graves mécomptes, etc. ? C'est qu'ici encore, comme dans la discussion que nous avons présentée plus haut sur le principe même du système, on fait confusion entre les deux points de vue : *épuration*, devoir strict des municipalités ; *utilisation agricole*, opération de restitution et d'emploi de matières fertilisantes, où l'industrie privée peut et doit jouer le rôle prépondérant. Il ne s'agit pas de savoir si une ville, en imputant à l'exploitation agricole tous les frais relatifs à son assainissement, retire directement un revenu égal ou supérieur à ses dépenses ; personne n'a jamais songé à demander à une municipalité ce que lui rapporte directement son corps d'agents de police ou de pompiers ; mais la salubrité et la sécurité doivent néanmoins être assurées aux habitants et, dans la question qui nous occupe, l'hygiène doit être satisfaite à l'extérieur comme à l'intérieur de la cité. Où il faut commencer à établir la balance des profits et pertes, c'est à l'entrée de la ferme ou du champ irrigué, c'est en considérant le bénéfice que réalise l'agriculture en adoptant la nouvelle méthode de culture. Nous ne pouvons mieux faire que de citer la discussion si nette établie à ce sujet par M. Orsat ; il nous semble impossible de mieux résoudre la question :

« Il est nécessaire de montrer que l'augmentation de valeur des terres irriguées à l'eau d'égout est un fait général et que la prati-

Digitized by Google

que de l'irrigation a toujours donné le même résultat. Il est, en effet, une opinion admise aujourd'hui par un grand nombre de personnes, d'après le résultat des enquêtes anglaises, consistant à affirmer qu'en aucun cas l'exploitation d'une ferme à eau d'égout *(sewage farm)* ne peut et ne doit donner de bénéfice. L'objection a assez de valeur, autant par sa généralité que par le nom des autorités qui l'ont établie, pour mériter un examen un peu détaillé.

« Le compte-rendu des inspecteurs du « *Local Government Board* » publié en 1876 répète, par exemple, en ces termes l'opinion que nous voulons examiner :

« Il suffit de lire les extraits que contient ce rapport (Rapport Frankland de la Commission Royale) pour se convaincre que les eaux d'égout employées aux irrigations ont presque toujours donné une perte. Malgré ce que cette évaluation (de la valeur agricole des eaux d'égout admise à 20 centimes par tonne) semble présenter de favorable, nous avons constaté que, dans la pratique, les eaux d'égout ne donnent pas de bénéfice commercial, et nous répétons ici qu'aucun traitement chimique ou autre des eaux d'égout n'a jusqu'ici, à notre connaissance, donné de bénéfices..... »

« Voilà, dans toute sa force, l'objection tirée de la pratique anglaise et qu'un examen superficiel vient opposer aux tentatives de la ville de Paris et d'un certain nombre de villes de France. Hâtons-nous de dire toutefois que les résultats anglais sont aussi probants que ceux de France, que partout l'irrigation a amené la fécondité dans des terres arides et que cette assimilation de l'Angleterre et de la France repose sur une série de malentendus dont nous puiserons les preuves dans le rapport même du « *Local Government Board.* » Bornons-nous seulement à l'examen de l'irrigation en laissant de côté les procédés chimiques.

« Le rapport anglais cite un certain nombre de monographies intéressantes de villes utilisant leurs eaux à l'irrigation, savoir: Edimbourg, Blackburn, Cheltenham, Charley, Harrogate, Merthyr-Tidfil, Tunbridge-Wels, Rugby, Wolverhampton, West-Derby, Wrexham, Banbury, Bedford, Doncaster, Leamington et Warwick.

« Prenons un exemple : la ville de Blackburn a une population de 90,000 habitants. Voici comment est établie la perte annuelle causée par l'irrigation :

Digitized by Google

CAPITAL DÉPENSÉ POUR LE TRAITEMENT DES EAUX D'ÉGOUT

Dommages et frais de procès.	300,000 fr.
Frais d'acte spécial.	162,500
Construction d'un égout abducteur et établissement d'une ferme à Pleasington.	290,000
Terrains achetés à Samlisbury et frais d'arbitrage	1,737,500
Frais d'aménagement de cette ferme	191,250
TOTAL. . . .	2,681,250 fr.

FRAIS ANNUEL DU TRAITEMENT DES EAUX D'ÉGOUT

Amortissement à 6 °/₀ du capital de 2,681,250 fr. par an.	160,875 fr.
Loyer de la ferme de Pleasington	12,100
Frais d'exploitation	163,075
	336,050 fr.
A déduire vente des produits. . . .	144,525
Perte annuelle pour le traitement des eaux. . .	191,525 fr.

« Ainsi l'usage anglais, dans l'établissement de ces comptes, est de tenir compte de l'amortissement de tous les frais nécessités par l'irrigation. On voit de suite que, pour assimiler Paris à Blackburn, il faudrait supposer, en admettant que sa population soit 20 fois plus considérable, une dépense d'installation 20 fois plus forte ou plus de 53 millions nécessitant un amortissement annuel qui dépasserait 3 millions. Est-ce ainsi que la question a été envisagée ici en France ? Evidemment non et quelques mots paraissent nécessaires pour expliquer les causes de cette différence.

« L'habitude anglaise consiste à ne jamais faire une dépense dans l'intérêt général sans lui créer une ressource immédiate, de telle sorte que chaque service, à proprement parler, possède son budget propre. Cette règle éminemment juste et précise est absolument opposée aux habitudes françaises. Les recettes communales en France forment une masse où l'on puise successivement pour les divers besoins généraux, et la spécialisation des recettes et des dépenses ne forme qu'une exception dans l'ensemble. Il en résulte

Digitized by Google

qu'en Angleterre, si un travail utile nécessite pendant quelques années une augmentation d'impôt, y compris l'amortissement du capital, dès que cette œuvre est terminée, l'impôt disparaît. Il ne faut pas cependant se dissimuler l'avantage que présente le système français pour l'exécution de grands travaux publics et la facilité du recours au crédit qui est la conséquence de ce système budgétaire.

« Quoi qu'il en soit, pour la question d'irrigation, si l'on fait disparaître du compte relaté plus haut le loyer et les frais d'élévation d'eau, pour nous placer dans des conditions identiques à celles de la ville de Paris, le bénéfice sera certain au bout de très peu de temps, et c'est la seule chose qu'il fallait prouver.

« D'ailleurs le compte ci-dessus de Blackburn et tous les autres qui sont faits de même, méritent encore de fixer un moment notre attention eu égard à l'importance de l'objection tirée des résultats anglais.

« L'amortissement des fonds d'établissement est compté à 6 °/₀ ainsi qu'il suit : les fonds nécessaires des emprunts pour travaux publics sont comptés à raison de 3 1/2 °/₀ d'intérêt avec un amortissement trentenaire, ce qui représente bien près de 5 1/2. Pour tenir compte des accidents et des non-valeurs on a compté 6 °/₀.

« Cet amortissement rapide est une exagération. Sauf de rares exceptions, en effet, il n'y a pas plus de 20 ans (1) que la question d'utilisation des eaux d'égout a commencé à occuper les paroisses anglaises. Jusque-là les villes, les bourgs avaient souffert de l'état de choses ancien aussi haut que l'on peut remonter. Est-il donc juste, est-il convenable dans un pareil travail, qui a exigé enquête sur enquête, lois nouvelles et dépenses considérables, d'exiger que l'effort d'une seule génération en 30 ans vienne combler cette lacune qui existe depuis si longtemps ? La loi anglaise autorise d'ailleurs l'amortissement en 60 ans et c'est même une bien courte durée pour un travail dont le profit s'étend si loin.

« Il y a aussi dans les frais d'établissement d'une ville comme Blackburn, un fait qui appelle toute réserve : c'est l'élévation des frais de justice, d'arbitrage et d'acte.

« Ce que nous avons dit suffit pour comprendre la manière dont sont établis les comptes anglais ; aussi trouvons-nous que dans les

(1) Ce rapport a été fait en août 1878.

Digitized by Google

villes comme Edimbourg, où l'irrigation existe depuis plus d'un siècle et où, par conséquent, tout amortissement a disparu, les produits se chiffrent par plus de 130,000 francs de bénéfice annuel en donnant sur un sol de sable stérile des recettes évaluées à plus de 1,100 francs de ray-grass par hectare, soit 100 à 150 tonnes. »

Le rapporteur s'exprime encore en ces termes:

« Les villes qui ont acheté et pris à bail des terrains à irrigation par les eaux d'égout telles que Banbury, Bedford, Wrexham, Wolverhampton, Cheltenham et Duncaster donnent les meilleurs résultats et avec le moins de frais et, selon nous, ces résultats ne peuvent que s'améliorer avec le temps, de sorte que, plus tard, il y aura de ce chef un revenu net. »

Bref, sans nous étendre plus longuement sur cette question, il est parfaitement certain, ainsi que l'ont établi les comptes de Lodgefarm, ceux de M. Hope à Bedford, ceux de M. Jones à Wrexham, que l'opération de l'utilisation agricole des eaux d'égout peut être fructueuse (1).

Aussi l'irrigation, qui est d'ailleurs le seul procédé d'assainissement vraiment efficace, va en se développant sans cesse.

(1) Le lecteur trouvera dans les *Documents anglais*, publiés par les soins de la Préfecture de la Seine, chez Gauthier-Villars, Paris 1877, de nombreux exemples des dépenses faites par des villes anglaises pour l'utilisation agricole de leurs eaux d'égout.

Digitized by Google

Digitized by Google

LIVRE IV

DES PRINCIPAUX

TRAVAUX D'ASSAINISSEMENT

EXÉCUTÉS OU PROJETÉS

TANT EN FRANCE QU'A L'ÉTRANGER

LONDRES

Londres a 5 millions d'habitants, un climat humide, un air lourd, un ciel brumeux, épaissi par la fumée du charbon et une distribution d'eau de rivière laissant à désirer sous le rapport de la qualité et de la température.

N'ayant point d'enceinte fortifiée cette capitale a pu se développer librement et éviter une trop grande condensation des habitants ; aujourd'hui la superficie construite dépasse 33,000 hectares.

ÉTAT SANITAIRE AVANT 1865

Avant 1865 Londres possédait bien un grand nombre d'égouts, mais ceux-ci avaient été établis sans méthode, suivant des types des plus variables, sans règle dans la distribution des pentes et dans la jonction des galeries. Dans certains quartiers peu aisés les matières fécales étaient reçues dans des fosses fixes plus ou moins étanches et fermées ; dans les quartiers aisés les matières fécales, avec toutes les autres immondices produites par la vie journalière, étaient envoyées aux égouts qui tous se déversaient dans la Tamise à l'intérieur même de la ville.

Digitized by Google

A chaque marée haute les eaux infectes étaient refoulées; à chaque marée basse elles venaient se déverser dans la Tamise, formant une vase immonde dont les exhalaisons chassèrent plusieurs fois de leurs salles de séance de Westminster les membres des deux Chambres.

La situation sanitaire de Londres était des plus déplorables; aussi dès l'achèvement des premiers travaux de la célèbre Commission désignée sous le nom de « General Board of Healt, » les autorités se préoccupèrent sérieusement des moyens d'assainir la ville.

Un service métropolitain fut organisé et, après des études prolongées, d'immenses travaux, projetés suivant un plan général d'ensemble, furent commencés en 1859 dans le but de rejeter dans la Tamise, à une grande distance de la ville, tous les produits des égouts.

TRAVAUX EXÉCUTÉS

Des collecteurs (1), au nombre de trois principaux sur chaque rive de la Tamise, recueillent les eaux de tous les égouts et les déversent, soit par la pente naturelle, soit à l'aide d'élévation par machines, dans deux émissaires ou collecteurs généraux situés l'un d'un côté, l'autre de l'autre côté de la Tamise. Chacun de ces collecteurs généraux aboutit à un immense réservoir (2) situé à 22 kilomètres en aval de Londres, dont le radier se trouve un peu au-dessus du niveau de la Tamise en basse mer moyenne.

Les eaux amenées par les deux émissaires sont élevées et déversées, à l'aide de puissantes machines, dans ces vastes réservoirs en maçonnerie, pendant tout le temps de la marée montante et de la marée haute, puis de là elles sont écoulées dans la Tamise par des vannes de fond pendant les trois heures de marée descendante. Dans ce même temps les eaux arrivant des collecteurs généraux sont projetées directement à la Tamise, ce qui ne nécessite pour ces dernières qu'une élévation de 3 à 4 mètres.

Là où sont placés les réservoirs, la région est à peu près déserte; la Tamise n'a pas moins de 700 mètres de largeur; les impuretés

(1) Chacun de ces collecteurs possède des déversoirs en Tamise pour l'écoulement des eaux en excès provenant de pluies d'orage.

(2) Leur contenance dépasse 150,000 mètres cubes.

Digitized by Google

se trouvent immédiatement noyées dans une grande masse d'eau, constamment remuées et entraînées par l'effet des marées descendantes et du courant naturel (1).

Grâce à ces travaux gigantesques, aujourd'hui terminés, la municipalité de Londres a pu assurer son assainissement intérieur et croire ne pas porter préjudice à la banlieue ; aussi s'en est-elle tenue là, abandonnant complètement la question agricole à l'industrie privée.

Telles sont, dans leur ensemble, les principales dispositions adoptées pour l'évacuation des eaux d'égout. Entrons maintenant dans quelques détails relativement aux mesures prises pour assurer l'assainissement intérieur de la ville, en suivant la marche des eaux impures et en partant, par conséquent, de la maison.

EAUX DE LA MAISON

A Londres on pratique le système de vidange à l'égout ; aujourd'hui il n'y a plus une seule fosse fixe, ni un seul puisard à eaux ménagères.

Toutes les maisons, tous les logements, même les plus humbles, ont des cabinets munis d'appareils à effet d'eau ; le cube employé à chaque évacuation va jusqu'à 2 gallons, soit environ 9 litres.

Les cuvettes sont profondes, accompagnées d'un siphon hydraulique de $0^{m}08$ à $0^{m}10$ de diamètre au maximum amenant, sans aucun élargissement ni aucune poche, les matières au tuyau de chute dont le diamètre se maintient entre $0^{m}10$ à $0^{m}15$ au maximum.

Ce tuyau est placé autant que possible hors de la maison ; il est prolongé jusqu'au toit pour former ventilateur et descend dans le sous-sol où il vient rejoindre l'évacuateur commun.

Celui-ci est ainsi appelé parce qu'il reçoit également les eaux pluviales, les eaux ménagères, celles des salles de bain, etc., etc.

Toutes ces eaux concourent au nettoyage général, les tuyaux qui

(1) L'expérience n'a malheureusement pas confirmé les prévisions des ingénieurs anglais ; les impuretés amenées par les eaux d'égout ne sont point entraînées ; elles ont formé d'immenses dépôts allant tous les jours en augmentant d'importance et dont la partie supérieure se trouve ramenée, parfois, jusqu'au milieu même de la Cité au moment du reflux.

Digitized by Google

les amènent sont munis à leur origine de siphons hydrauliques, ils sont placés autant que possible sur les murs extérieurs et dans les cours ou courettes. *L'évacuateur commun* conduit donc tous les liquides de la maison à l'égout public, à la jonction duquel il est muni d'un siphon ou d'un clapet. — Dans les installations récentes on place, en amont de ce dernier siphon, un regard communiquant à l'air libre, soit dans la cour de l'immeuble, soit sous le trottoir de la rue. Au passage dans ce regard l'évacuateur est en relation directe avec l'atmosphère, soit par une tubulure, soit par suppression de son demi-diamètre supérieur, de telle sorte que l'aération de la canalisation est toujours assurée en amont de l'interception qu'assure le siphon général.

Des solutions de continuité du même genre sont ménagées sur le parcours de toutes les canalisations d'eaux de pluie, d'eaux ménagères, etc. Les divers tuyaux et l'évacuateur ont des pentes maxima compatibles avec les dispositions de l'immeuble et la profondeur de l'égout public.

Quand les pentes sont insuffisantes (au-dessous de 0m01 par mètre), soit dans l'évacuateur, soit dans une partie de la canalisation, on emploie des réservoirs à chasses intermittentes.

L'évacuateur est, en général, construit en poterie de grès vernissée à l'intérieur et il débouche à l'égout public à une hauteur variable suivant chaque cas particulier.

ASSOCIATIONS SANITAIRES

Des propriétaires, dans le but d'assurer la salubrité de leurs immeubles, ont formé des associations sanitaires à Edimbourg, Glascow, Londres, Liverpool, etc.

Moyennant un abonnement annuel de 25 francs ces associations se chargent d'inspecter la maison de l'abonné, d'examiner les dispositions adoptées pour la distribution d'eau, pour les water-closets, les cabinets de toilette, les salles de bain, les cuisines, le drainage jusqu'à l'égout public. Une première inspection de la maison est faite au moment de l'entrée de l'abonné dans l'association.

Un questionnaire est rempli et un plan de la canalisation dressé. — Les ingénieurs de l'association donnent leur avis sur les modifications à apporter au système et remettent au propriétaire une

Digitized by Google

note conforme. — L'association s'interdisant de faire elle-même les travaux le propriétaire prend un constructeur de son choix. — Une fois les travaux terminés, une nouvelle inspection de l'immeuble a lieu; toutes les parties de la distribution et du drainage sont examinées avec soin, les divers organes fonctionnent sous les yeux de l'inspecteur. Des matières odorantes, menthe ou autres, sont versées dans la canalisation pour vérifier l'absence de fuites dans les joints ou de fentes dans les tuyaux. — 30 °/₀ environ des maisons visitées ont à modifier leurs installations; des obstructions sont reconnues dans 6 °/₀ des cas.

Les fuites constatées ont presque toujours lieu à la jonction de matériaux de nature différente; il convient donc d'adopter, dans une même ligne de conduite, la même substance : métal ou poterie. — Le métal, et spécialement le plomb, a été trouvé souvent défectueux, fendu ou perforé à l'usage (1); la poterie bien posée n'a pas le même inconvénient.

Les diverses associations sanitaires fonctionnent dans de bonnes conditions; un inspecteur suffit en général pour le service annuel de 350 maisons.

L'association d'Édimbourg a déjà un budget annuel de plus de 22,000 francs, celle de Londres de 30,000 francs, celle de Glascow de 5,000 francs, etc.

PRESCRIPTIONS RECOMMANDÉES

AUX NOUVEAUX HABITANTS DE CHAQUE MAISON

Il ne suffit pas qu'une maison remplisse toutes les conditions requises par l'hygiène, il faut encore que les habitants exercent une constante surveillance sur le fonctionnement des appareils sanitaires.

Les canalisations étant disposées avec la pente voulue pour assurer le parfait écoulement des eaux pluviales, des eaux ménagères et des matières de vidange, les chasses automatiques ou facultatives doivent suffire pour prévenir et empêcher les obstructions.

Dans le cas où un engorgement viendrait à se produire, on ne

(1) Tel est l'avis de la majorité des ingénieurs sanitaires anglais, contraire à l'opinion du constructeur d'appareils sanitaires, auteur d'un ouvrage traduit récemment en français.

Digitized by Google

doit casser aucun tuyau, mais chercher à rétablir la circulation en passant simplement une tringle par les regards de visite.

La ventilation des drains privés étant obtenue au moyen des tuyaux de chute prolongés jusqu'au-dessus de la toiture et par des prises d'air, il est indispensable de s'assurer de temps à autre que ces ouvertures ne sont pas obstruées par des dépôts de feuilles mortes, de paille ou autres matières.

Les eaux de toilette et autres provenant des chambres à coucher ne doivent pas être versées sur les éviers mais dans les vidoirs à eaux ménagères ou mieux dans la cuvette des cabinets d'aisance après avoir pris la précaution de lever l'abattant du siège.

Dans le cas d'absence on doit : 1° procéder au nettoyage à fond de la cuvette des cabinets d'aisance, de son siphon et de l'abattant; 2° remplir le siphon d'eau propre et tenir le réservoir de chasse en eau. Les mêmes soins doivent être donnés aux éviers et aux toilettes.

Enfin il est recommandé de veiller périodiquement à l'entretien de tout le drainage de la maison conformément aux prescriptions suivantes :

Soins hebdomadaires. — Nettoyer et laver les siphons de cour et le siphon obturateur interposé entre l'égout et la maison. Soulever tous les sièges à charnière des cabinets d'aisance, s'assurer que tout est propre et parfaitement sec autour des cuvettes.

Soins mensuels. — Examiner et nettoyer les regards interposés sur la canalisation, s'assurer du bon fonctionnement des trappes de fermeture de ces regards.

Soins trimestriels. — Laver les canalisations au moyen de quelques chasses d'eau. Nettoyer et laver tous les réservoirs, vérifier le fonctionnement de leurs soupapes et flotteurs.

Soins annuels. — Lessiver et repeindre, au moins à une couche à l'huile, les grilles des siphons de cour, les grilles des prises d'air et les trappes de fermeture des regards. Se rendre compte de l'état et du fonctionnement de la distribution d'eau.

EAUX DE LA VOIE PUBLIQUE

Les eaux de la voie publique s'écoulent dans les égouts par des

Digitized by Google

bouches horizontales, munies de grilles, situées sur les chaussées le long des trottoirs.

Les grilles, qui sont amovibles, empêchent le passage des corps de gros volume ; au-dessous se trouve une petite chambre maçonnée de 3/4 de mètre cube de capacité utile environ et destinée à retenir la boue et les ordures.

Vers la partie supérieure une conduite de grès de $0^{m}15$ de diamètre, en forme de siphon, déverse les liquides à l'égout tandis que les matières solides restent accumulées dans les chambres. Celles-ci sont vidées en moyenne six fois par an, à la main, et on en extrait ainsi (dans la Métropole) environ 72,000 mètres cubes par an de matières solides, ce qui diminue d'autant la quantité versée aux égouts. Quant à cette dernière, une partie se trouve entraînée par le courant ; le restant, environ 16,000 mètres cubes, est extrait à la main chaque année par des équipes d'égoutiers qui, pour le réseau métropolitain seul, sont au nombre de plus de 300.

DES ÉGOUTS

Les égouts secondaires, récemment construits, sont, avec intention, de section réduite au minimum. Dans la plupart on ne peut circuler et les ouvriers n'y pénètrent pas pour le curage ; les dépôts d'ailleurs ne s'y produisent pas ou peu, grâce aux dispositions précédemment décrites et aux chasses organisées pour ceux dont la pente est trop faible.

Les égouts sont tous circulaires ou ovoïdes ; le radier est de forme concave, constitué dans tous les travaux neufs par une poterie en grès vernissé qui assure la facile circulation des eaux.

Les égouts principaux sont de dimensions variables, mais telles que les ouvriers puissent y circuler ; pour y accéder, ils sont munis de regards de descente espacés de 450 mètres au maximum.

Regards de descente. — L'ouverture de ces regards est carrée, de $1^{m}83$ de côté ; elle est munie de crampons de descente en fer jusqu'à une profondeur de $2^{m}60$; elle se continue alors jusqu'au radier par un escalier de $1^{m}83$ de hauteur libre, assez rapide, avec une rampe en fer.

L'ouverture placée sous les trottoirs est ordinairement formée par une plaque de tôle ; lorsque les ouvriers lèvent la trappe et la

Digitized by Google

laissent levée, pour s'éclairer et s'aérer, une grille de fer vient clore l'orifice pour éviter les accidents.

Collecteurs. — Les collecteurs sont sans trottoir de circulation; leurs dimensions sont variables et vont en augmentant au fur et à mesure qu'on avance du côté de l'aval ; ils sont construits en briques avec mortier de ciment; les deux principaux, situés dans la partie basse de la ville, sont munis de déversoirs en Tamise, pour y évacuer les excédants d'eau provenant de pluies d'orage.

En général les égouts de Londres varient en diamètre de 0m23 à 3m66 et présentent une pente qui ne descend jamais au-dessous de 0m00037 par mètre.

On n'admet à leur intérieur ni tuyau d'eau ou de gaz ni fils télégraphiques ou téléphoniques.

Les égouts sont ventilés par des cheminées verticales communiquant directement avec la voie publique. Ces cheminées sont espacées de 60 à 100 mètres les unes des autres. Elles présentent une ouverture rectangulaire de 0m52 sur 0m18, fermée par une grille en fonte scellée dans la maçonnerie. La Commission technique, dans son voyage d'étude en 1883, a pu constater par elle-même qu'aucune odeur sensible ne s'échappait de ces cheminées.

Emissaires.—Les émissaires, situés un de chaque côté de la Tamise, sont simples ou doubles et possèdent, comme les principaux collecteurs, de nombreux déversoirs en Tamise munis de clapets et de vannes qui sont manœuvrés de la chaussée.

BASES DU CALCUL DES SECTIONS QUI ONT ÉTÉ DONNÉES AUX ÉGOUTS

Tout l'ensemble des égouts a été établi en partant des *données suivantes :*

— Vitesse minima de l'eau, environ 0m67 à la seconde. — Densité de la population par hectare, 116 habitants. — Consommation d'eau par tête et par jour, 140 litres.

En ce qui concerne la pluie l'expérience a appris : 1° qu'une averse de 0m00617 ne donne aux égouts que 0m000308 ; 2° qu'une averse exceptionnelle de 0m010 ne donne que 0m00617. On a également constaté que, 35 jours par an, on a des pluies donnant 0m00617 en

Digitized by Google

24 heures et que des orages extraordinaires arrivent à donner 0m05 en une heure.

Dans le calcul des sections on a admis qu'il suffisait que le réseau des égouts fût capable de débiter, en six heures de temps, les eaux d'une pluie de 0m00617 ; les sections se trouvent dès lors être un peu faibles (1). Aussi les collecteurs et les émissaires ont-ils latéralement de nombreux déversoirs munis de vannes ou clapets permettant, par les grandes pluies d'orage, de déverser le trop plein à la Tamise sans que, pour cela, il y ait possibilité pour les eaux de la rivière de refluer dans les égouts pendant les marées hautes.

CONCLUSION

Depuis l'achèvement de ces immenses travaux, qui ont coûté plus de 110 millions, on ne sent plus, à l'intérieur de la ville, les mauvaises odeurs d'autrefois et l'état sanitaire s'améliore de jour en jour à mesure que le sous-sol s'épure lui-même.

D'après une statistique faite à l'aide des documents officiels du Register général d'Angleterre : 1° La mortalité par fièvre typhoïde va toujours en diminuant et est descendue à moins de 25 pour 100,000 ; 2° la mortalité générale a diminué dans la même proportion ; en 1881 elle a été de 21 pour 1,000, alors qu'à Paris elle était de 29 ; depuis elle est tombée à 19 pour 1000.

Cette supériorité de Londres sur Paris, bien que les conditions de climat et de distribution d'eau soient supérieures dans cette dernière ville, tient, il faut le reconnaître, non seulement aux grands travaux d'assainissement exécutés à Londres, mais aussi au peu de condensation des habitants (2) et surtout aux mérites de la maison anglaise.

A ce sujet, nous ne pouvons mieux faire que reproduire ici, en partie, une note de M. Mille, inspecteur général des Ponts et chaussées, sur les maisons et rues de Londres. (Commission technique de Paris, 1882.)

(1) Cette disposition, qui a l'avantage d'être économique, a, par contre, le grave inconvénient d'exposer les quartiers bas à des inondations à chaque pluie d'orage.

(2) A Londres on compte 116 habitants par hectare et à Paris de 120 à 1000 suivant les quartiers.

Digitized by Google

LES MAISONS ET LES RUES A LONDRES

« Depuis plusieurs siècles, Londres n'a plus de fortifications. Aussi la Métropole a-t-elle pu grandir librement, enrichie par sa prospérité commerciale, et en laissant toute satisfaction au sentiment naturel qui réclame une maison par famille. L'homme d'affaire qui vient pendant la journée occuper un simple bureau dans la Cité, rentre le soir, à la campagne, dans une habitation large, aérée, chauffée, éclairée, lavée avec une extrême propreté. Des « blocks » de maisons semblables, bâties du même coup par un même entrepreneur, pour des familles de ressources égales, sont disséminées sur une immense étendue de 33,000 hectares, constituant l'unité fictive de la Métropole. Ces « blocks » ont des allées qui se raccordent avec les routes, avec les grandes voies qui mènent au cœur de Londres, à la Bourse, à la Banque, au Parlement. »

« Les deux directions parallèles à la rivière, Piccadilly et Oxford street, qui se détachent de Saint-Paul, ont un trafic énorme. Mais les transversales font défaut et, dès qu'on s'écarte pour prendre des rues latérales, le mouvement meurt ; Londres, dans son immensité, est une ville vague comme peut l'être une mosaïque de paroisses qui se sont rapprochées et soudées. »

« La Maison anglaise comprend en général la cuisine en sous-sol avec la soute à charbon sous le trottoir ; les pièces de réception de la famille sont au rez-de-chaussée et les chambres à coucher dans les étages. Quand un petit jardin précède le bâtiment, une fenètre de saillie « le Bow-window, » formant cabinet de verre, anime souvent la façade. Grâce à l'étendue presque sans limites de la métropole, aux « blocks, » construits comme une production manufacturière, grâce aux transports rapides et à leur multiplicité, les loyers ne sont pas chers. Une maison de 1,500 fr., aux environs de Londres, répond à une situation de fortune supérieure à celle qu'indique un appartement de 1,500 fr. dans un quartier de Paris. Et le loyer sert de base à beaucoup de frais domestiques, l'eau, le gaz, les taxes locales ; c'est un tant pour cent de loyer qui les régit. »

« On trouve le gaz installé partout dans l'habitation, à partir du sous-sol. Avec les longues nuits d'hiver, le gaz est indispensable. L'eau, prise en général dans la Tamise, dans la vallée haute, et pu-

Digitized by Google

rifiée par le filtrage au sable, est encore délivrée en réservoirs remplis à heure fixe, comme cela se pratiquait il y a cent ans. Si la qualité est médiocre, la quantité est abondante : l'eau arrive d'elle-même au foyer et à l'évier de la cuisine, aux larges bassins de toilette du « lavatory, aux urinoirs et aux cuvettes des water-closets; ce côté des besoins domestiques est traité avec luxe. Les cabinets ont du jour et de l'espace; les faïences, l'acajou, les carreaux émaillés, les toiles peintes procurent une propreté qui se fait respecter.

« Les procédés de perte directe et immédiate des eaux sales ont été encore améliorés par M. Griffith, jeune ingénieur qui ramène avec succès les idées du réformateur de 1850, M. Chadwick, et veut, le plus possible, substituer aux galeries d'égout des tuyaux de petit diamètre à pente forte, de manière à vaincre partout les obstructions par des chasses rassemblant un maximum de force vive. »

Terminons par quelques notes extraites du remarquable rapport de M. Couche, sur les eaux de Londres.

« Entrons dans une habitation qui puisse être considérée comme un type moyen, dans une des maisons de 12 à 1,400 francs de loyer, qui s'élèvent aujourd'hui par milliers dans les nouveaux quartiers. Toutes se ressemblent. Au rez-de-chaussée : salon et salle à manger, cuisine et buanderie; au premier : trois chambres et salle de bains.

« Déjà la salle de bain est un trait caractéristique; elle n'existe, à Paris, que dans l'appartement de luxe; à Londres, elle est un élément essentiel de l'habitation bourgeoise. Descendons même d'un degré, chez l'artisan quelque peu aisé, — nous l'y trouverons encore le plus souvent.

« Parfaitement installée, d'ailleurs, et toujours prête. En entrant dans la cuisine, on voit sur la pierre d'évier deux robinets : l'un d'eau froide, l'autre d'eau chaude. On demande d'où vient cette eau chaude? — D'un réservoir placé au premier étage, au-dessus de la baignoire, et qui contient environ deux cents litres. — Comment y arrive-t-elle chaude? — Par un tuyau qui la fait passer, à très faible vitesse, dans un réchauffeur placé au fond du foyer de la cuisine. — Et ce chauffage coûte? — A peu près rien; on utilise l'action de la flamme et de l'air chaud qui s'échappent par la cheminée et qui s'échapperaient également sans cela. — Très bien

Digitized by Google

quand on a besoin de feu pour autre chose; mais, dans un intérieur modeste, la cuisine n'exige pas un feu continu. — L'alimentation d'eau chaude ne l'exige pas davantage. Dans le temps nécessaire pour préparer un repas l'eau du réservoir parvient à une température assez élevée et une masse d'eau de 200 litres ne se refroidit pas vite. En fait, et sans avoir à s'en occuper, on trouve toujours de l'eau chaude non seulement pour les bains, mais pour la lessive et pour tous les usages domestiques; c'est pour beaucoup dans les habitudes de propreté intérieure (1).

« Le water-closet est sans odeur et tenu d'une manière irréprochable. Dans la cuvette se trouve assez d'eau, non seulement pour former fermeture hydraulique, mais pour prévenir tout encrassement. La dépense correspondant à chaque manœuvre de valve est de six litres; elle paraît suffisante. »

ASSAINISSEMENT EXTÉRIEUR ET UTILISATION DES EAUX

Nous avons dit, en terminant la description d'ensemble du système d'évacuation des eaux d'égout, qu'on s'est borné à rejeter la totalité des eaux dans la Tamise, à 22 kilomètres en aval de la ville, en se contentant de l'assainissement intérieur de cette dernière et en abandonnant complètement à l'industrie privée la question d'assainissement extérieur et d'utilisation agricole des eaux. Ces dernières représentant une véritable richesse, on ne tarda pas à chercher à en tirer parti.

Le 19 juin 1865, une compagnie (Métropolis sewage réclamation Company) au capital de 52 millions en obtint la concession pour 54 ans; ses projets étaient magnifiques. Cette compagnie avait pour but la fertilisation, à l'aide de ces eaux, d'une plaine sablonneuse et stérile de près de 80,000 hectares, située sur la côte du comté d'Essex (plaine de Maplin). En outre elle devait en débiter sur son parcours, à la demande des cultivateurs, au prix de 20 c. le mètre cube.

Tout se réduisit à des essais sur une ferme à peu de distance des

(1) En France, la maison Delaroche et ses neveux, à Paris, construit, dans le même esprit, des cuisinières très bien conçues.

Digitized by Google

débouchés des collecteurs et, bien que ces essais aient donné d'excellents résultats au point de vue de la culture, il ne fut pas donné suite à ce projet gigantesque. C'est qu'en effet il fallait, pour sa réalisation, commencer par dépenser 70 millions à la construction d'un canal et que, si les eaux d'égout en masse constituent une richesse réelle, la valeur industrielle d'un mètre cube d'eau d'égout est trop peu élevée pour supporter les moindres frais de transport.

Mais, si l'industrie n'a pu prendre à son compte l'utilisation des eaux d'égout de Londres et compléter ainsi l'œuvre d'assainissement de la ville, il est possible que cette dernière soit obligée, d'ici peu, de compléter son œuvre elle-même en épurant ses eaux impures avant de les rejeter dans la rivière. D'énergiques manifestations se sont déjà produites à cet égard, notamment en 1882; les masses d'eau charriées par la Tamise et les influences des marées sont insuffisantes pour entraîner complètement les matières organiques contenues dans les 400,000 mèt. cubes d'eau d'égout de Londres déversés chaque jour dans le fleuve par l'émissaire Nord à Barking et l'émissaire Sud à Crosness.

CHATEAU DE CLAREMONT

Le château de Claremont est situé à peu de distance de Londres. Habité autrefois par le roi Louis-Philippe et la reine Marie-Amélie, il est aujourd'hui la propriété du duc d'Albany, fils de la reine d'Angleterre.

Des travaux d'assainissement très bien réussis y ont été exécutés sous la direction de l'ingénieur anglais Griffith; toutes les installations sont récentes et on a tenu à réaliser les derniers progrès de l'hygiène.

L'ensemble du système repose sur l'évacuation de toutes les matières de vidange et eaux-vannes dans une canalisation, sans interposition de fosses ou de récipients quelconques. Les matières sont transportées par un évacuateur, qui réunit également les eaux de cuisine et d'écurie, sur un terrain situé dans le parc, à quelques centaines de mètres du château, où l'épuration se fait par le sol.

Digitized by Google

Les habitants du château sont au nombre de 94 personnes, ainsi réparties :

Dans les chambres du château.	30
Dans les dépendances du château (non reliées au drainage) . .	37
Dans les bâtiments des écuries.	27
TOTAL.	94

Il y a, en outre, 16 chevaux dans les écuries.

La consommation d'eau journalière est de 59 mètres cubes, comprenant la consommation du château, des écuries, de l'arrosage, etc. — Les water-closets sont munis d'appareils hydrauliques et consomment 9 litres à chaque évacuation ; ils sont au nombre de 16. Il y a, en outre, 2 salles de bain et 15 cabinets de toilette.

La canalisation comprend :

100^{m}	de tuyaux	en grès	de 0^{m}22	de diamètre.
600^{m}	—	—	0^{m}15	—
530^{m}	—	—	0^{m}10	—
12^{m}5	—	en fonte	0^{m}15	—
20^{m}	—	—	0^{m}10	—
150^{m}	—	en terre cuite	0^{m}10	pour les écuries.

A chaque jonction de lignes de conduite se trouvent des regards munis d'échelons, où les tuyaux sont découverts et en relation avec l'atmosphère. Des réservoirs de chasse intermittents, du système Field, sont placés en divers points et notamment auprès des cuisines, à la sortie du château, etc. Ils donnent, en une minute, une chasse de 1 mètre cube.

Les écuries sont dallées en grès, les liquides y sont réunis dans un petit caniveau en fonte, la propreté est parfaite et l'odeur nulle.

La surface consacrée à l'épuration des eaux impures, vidanges et autres, est de 1 hect. 50. La répartition de l'eau entre les diverses rigoles et planches est faite assez grossièrement : on ne perçoit aucune odeur et l'absorption avec épuration semble complète.

KING'S COLLEGE HOSPITAL

Quelques mots sur le drainage d'un hôpital de Londres, sis au centre de la cité et dont les travaux sanitaires ont été dirigés par M. Rogers Field.

Digitized by Google

Cet hôpital contient 205 lits, le nombre moyen des malades présents est de 170, le haut personnel et les employés sont au nombre de 150, ce qui donne un total de 320 personnes présentes en moyenne.

L'assainissement général a été installé d'après les principes suivants :

1° Enlèvement rapide et complet de toute matière de sewage hors des bâtiments, aussitôt qu'elle est produite,

2° Interception entre la canalisation de l'hôpital et l'air des égouts publics au moyen de siphons hydrauliques,

3° Dispositions nécessaires pour prévenir toute accumulation de gaz infects dans les conduites par une large ventilation,

4° Accès facile aux conduites pour leur inspection et leur nettoyage.

Les water-closets situés aux divers étages sont à siège et munis de réservoirs de chasse intermittents, système Field, donnant 9 litres d'eau à chaque évacuation. L'odeur y est absolument nulle.

Des salles de bains sont également installées à chaque étage.

Toutes les matières des water-closets, toutes les eaux des bains, des cuisines, des salles de pansement, de chirurgie, etc., descendent par des conduites en fonte ou en grès, placées en saillie sur les murs de l'édifice. Ces conduites aboutissent dans le drain collecteur, en poterie vernissée, qui est aussi extérieur aux bâtiments et circule dans une sorte de saut-de-loup entourant l'édifice. A l'origine des conduites de chaque water-closet, de chaque baignoire, de chaque tuyau de cabinet de toilette ou autre salle, se trouve un siphon hydraulique intercepteur. Autour des baignoires règne une surface formée de feuilles de zinc avec un trop-plein donnant directement à l'extérieur pour le cas de débordement. Par une précaution analogue, les sièges des cabinets sont entourés d'une caisse dont le couvercle est amovible ce qui permet de visiter, à chaque instant, la cuvette extérieurement et le mécanisme très simple qui lui est annexé et de recevoir au besoin, comme pour les bains, l'eau en excédent. En aucun point on ne peut percevoir d'odeur quelconque.

L'eau nécessaire aux besoins divers est réunie dans des citernes. Celles qui donnent l'eau pour les usages domestiques sont absolu-

Digitized by Google

ment séparées de celles qui servent aux water-closets; elles sont munies de trop-pleins. La quantité d'eau totale consommée en 24 heures est d'environ 41 mètres cubes, dont environ 14 mètres cubes pour le service de l'ascenseur et le reste, soit 27 mètres cubes, pour les usages domestiques et les vater-closets ce qui correspond environ à 90 litres par tête et par jour.

Les diverses conduites qui amènent les eaux de lavage, de pluie, etc., sont interrompues au niveau du sol et se continuent, après cette courte interruption, jusqu'au drain général où aboutissent aussi celle des water-closets. — A chaque jonction et à chaque changement de direction du drain général se trouvent des regards avec pièces en terre émaillée, où des passages sont ménagés aux diverses conduites, de manière à permettre l'inspection et à empêcher l'accumulation d'air vicié. — Pour assurer le nettoyage de chaque élément de drain, compris entre deux regards successifs, c'est-à-dire de 15 mètres en 15 mètres environ, M. Fields a imaginé une sorte de brosse métallique, montée à l'extrémité d'une série de tiges articulées auxquelles on peut donner une longueur variable.

Toute cette installation, parfaitement comprise, comporte :

261 mètres de drains.
19 regards.
12 ventilateurs, ouverts à la partie supérieure de l'édifice.
10 tuyaux de ventilation conduits jusqu'au toit.
30 bouches de disconnexion pour les tuyaux de descente.
33 water-closets.
21 éviers.
15 bains.
15 lavateries.
30 buanderies ou salles de lavage.

Les diverses conduites ou tuyaux d'évacuation suivent la verticale ou ont des inclinaisons comprises entre 0^m018 et 0^m058.

L'éminent chirurgien, docteur Lister, n'hésite pas à reconnaître l'excellence des installations hygiéniques de cet hôpital.

HOPITAL DE SAINT-THOMAS

L'hôpital de Saint-Thomas, situé sur la rive droite de la Tamise, a été fondé par la corporation des tailleurs et construit de 1868 à 1871. Il contient 572 lits. Il se compose de 6 bâtiments destinés à

Digitized by Google

recevoir les malades, d'un bâtiment d'administration et d'un bâtiment pour l'Ecole médicale. Des galeries relient toutes ces constructions. Les salles de malades occupent le premier, le second et le troisième étages, sauf 4 salles placées au rez-de-chaussée. Chaque salle contient 28 lits, placés entre les fenêtres. Il y a des salles spéciales pour les maladies des enfants, des femmes, des yeux, etc. Dans un des bâtiments, isolé du reste de l'établissement, il y a des salles pour les maladies infectieuses. L'hôpital reçoit par an environ 4,000 malades.

Le cube d'air disponible est de 51 mètres cubes par lit dans les salles ordinaires et de 71 mètres cubes dans les salles affectées aux maladies infectieuses. On fait usage d'appareils à désinfecter par la chaleur pour les vêtements et pour le linge. — L'écoulement de toutes les matières excrémentielles et des eaux de lavage de toute espèce se fait à l'égout public avec interposition de siphon hydraulique.

Digitized by Google

BRUXELLES

Autrefois Bruxelles, comme la plupart des grandes villes anciennes, avait un état sanitaire peu satisfaisant, quoique cependant supérieur à ceux qu'avaient les villes de Londres, de Birmingham, de Berlin, etc., avant leurs travaux d'assainissement.

Aujourd'hui la capitale de la Belgique est une ville remarquable par ses monuments, ses larges boulevards, ses belles rues bien aérées, d'une très grande propreté et par tous ses travaux d'assainissement qui en font à la fois une ville des plus agréables et des plus saines, malgré la grande agglomération d'habitants dont le nombre dépasse 370,000 à ce jour.

C'est surtout à la « Notice historique et descriptive des égouts de Bruxelles, » par M. Van Mierlo, ingénieur en chef des travaux de cette ville, et au rapport (par M. Durand-Claye) du voyage d'études de la Commission technique à Bruxelles, en 1883, que nous avons emprunté les renseignements qui suivent, relativement aux grands travaux d'assainissement exécutés dans la capitale de la Belgique sous la direction de M. Van Mierlo.

Grâce à l'extrême obligeance de cet ingénieur nous avons pu les visiter et recueillir des renseignements du plus haut intérêt.

HISTORIQUE

ROLE ACTUEL DES ÉGOUTS. — SUPPRESSION DES FOSSES FIXES

Anciennement la plupart des maisons, à Bruxelles, étaient pourvues de fosses d'aisances et de puits d'absorption ou puisards.

L'absence d'un réseau d'égouts publics suffisamment complet et le peu de profondeur sous la chaussée de ceux existant, rendaient inévitables ces fosses et ces puits dont l'existence, pendant des siècles, a contribué pour une large part à l'infection du sous-sol et des nappes d'eau souterraines dans plusieurs quartiers.

Digitized by Google

Toutefois pour les habitations sises le long des différents bras, aujourd'hui supprimés, de la Senne ou à proximité de quelques anciens ruisseaux et fossés voûtés, l'enlèvement des produits des latrines avait lieu par écoulement direct dans ces cours d'eau.

Mais à mesure que le réseau des égouts publics reçut ses développements, qu'aux rigoles primitives à ciel ouvert et qu'aux aqueducs maçonnés de dimensions restreintes et presque à fleur du sol ont été substituées des galeries d'une hauteur plus considérable et établies à une plus grande profondeur sous le pavage, les habitants supprimèrent leurs fosses et puits et déversèrent souterrainement à l'égout public non seulement les eaux ménagères, mais encore les matières fécales, tant solides que liquides.

La suppression clandestine des fosses a surtout marché rapidement dès que l'établissement de la distribution d'eau, en 1853, a amené la projection, dans les latrines de beaucoup de maisons, de quantités d'eau plus considérables que celles qui y étaient déversées antérieurement.

Aujourd'hui les ordonnances sur la police de la voirie prescrivent l'écoulement direct des eaux ménagères et des vidanges, en règlementant ce mode d'évacuation, de façon à éviter tout retour dans les maisons soit des eaux d'égout, soit des odeurs qui peuvent s'en dégager.

Aussi, actuellement, les égouts de Bruxelles reçoivent non seulement les eaux pluviales, les eaux d'arrosage et de lavage des chaussées publiques, les eaux ménagères et industrielles, mais toutes les matières fécales, tant solides que liquides et il n'y a plus de fosses fixes ou de puisards.

Avant les grands travaux d'assainissement commencés en 1867 et terminés en 1875, la Senne, dans la traversée de Bruxelles, était le réceptacle commun des eaux impures écoulées par les égouts ou déversées par les maisons et par les usines riveraines.

En été, à l'époque des sécheresses, alors que le débit en ville se réduisait à un mètre cube par seconde, le cours de la Senne, tortueux et encombré d'obstacles, ne présentait plus qu'une vitesse très faible et le lit de la rivière, avec ses nombreux bras, devenait une vaste fosse d'aisances à ciel ouvert.

Lors des crues les eaux, dont le débit atteint souvent 60 et 100 mètres cubes, noyaient les égouts de toute la partie basse de la

Digitized by Google

ville, envahissaient les caves des maisons par l'intermédiaire des branchements particuliers, refoulaient sur la voie publique et dans les maisons les gaz contenus dans les égouts, arrêtaient tout écoulement dans ceux-ci et, en se retirant, les laissaient obstrués par des dépôts solides.

Il y avait donc nécessité absolue de procéder à des travaux d'assainissement; voyons maintenant ce qui a été fait.

TRAVAUX D'ASSAINISSEMENT EXÉCUTÉS

Une transformation complète a été réalisée de 1867 à 1875.

La rivière a été élargie, redressée, voûtée dans tout son parcours à travers la ville et isolée des égouts qu'elle ne peut plus inonder.

Sur l'emplacement se trouvent les beaux boulevards du Hainaut, d'Anspach et de la Senne.

Le voûtement comprend deux arches de 6m10 de largeur, présentant ensemble une section suffisante pour écouler toutes les eaux, même en temps de crues exceptionnelles.

Des ouvertures, pratiquées de distance en distance dans le mur séparatif des deux arches, mettent celles-ci en communication; des cheminées surmontant les voûtes servent à faciliter la visite des travaux et aussi à permettre, en hiver, la projection dans la rivière des neiges qui encombrent la voie publique.

A leur tête, chacune des arches est munie d'une vanne destinée à tenir la rivière en amont à un niveau suffisant pour introduire à volonté les eaux de la rivière dans deux collecteurs principaux.

Collecteurs. — A chacune des deux culées extérieures des arches de la Senne est accolé un collecteur.

Celui-ci comprend deux parties distinctes : la cunette et la voûte.

La cunette, placée en contrebas du radier des égouts ordinaires, est destinée à l'écoulement des eaux amenées par ceux-ci; elle a 2 mètres de profondeur et présente un radier de 0m50 de flèche.

La partie supérieure comprend la voûte proprement dite, dont les dimensions sont suffisantes pour permettre la circulation sur les banquettes qui longent la cunette de chaqne côté et pour livrer passage aux eaux pluviales par les temps d'orage.

Sur la rive gauche de la Senne se trouvent trois autres collec-

Digitized by Google

teurs de même type que les premiers, pour remédier au défaut de pente de cette partie de la ville; ils se jettent par un tronc commun dans le collecteur rive gauche dont le radier, pour le même motif, se trouve être plus bas que celui de la rivière.

Les deux collecteurs, à la sortie de la ville, à partir du point où la Senne ne se trouve plus voûtée, se distancent davantage tout en se dirigeant toujours parallèlement à la rivière; puis celui de la rive gauche, passant sous cette dernière, rejoint celui de la rive droite et les deux réunis forment l'émissaire ou collecteur général qui transporte toutes les eaux jusqu'à la station d'Hæren où il se termine à l'usine élévatoire dont le but, jusqu'à présent, est simplement de prendre les eaux de l'émissaire pour les rejeter dans la Senne.

L'usine ne marche que lors du curage des derniers kilomètres de l'émissaire, c'est-à-dire pendant deux jours sur quinze; le reste du temps le déversement dans la Senne se fait par écoulement direct.

Cette solution, qui suffit à l'assainissement intérieur, n'est que provisoire; l'usine doit être complétée lorsqu'on donnera suite au projet d'utiliser les eaux impures. Celles-ci seront refoulées dans un premier réservoir d'où elles seront reprises par d'autres appareils élévatoires, pour être refoulées sur les terres à irriguer.

Ce qui a retardé l'exécution de l'assainissement extérieur, c'est-à-dire l'épuration des eaux par filtration sur le sol, épuration adoptée en principe et reconnue nécessaire, c'est la difficulté qu'on a eu de trouver un sol convenable dans les environs de la ville.

Jusqu'ici une petite fraction seulement des eaux d'égout est employée en irrigation dans les environs d'Hæren; elles ont donné d'excellents résultats, mais le peu d'épaisseur, au-dessus de la nappe d'eau, présenté par le terrain de toute cette région, ne permet pas d'y envoyer la totalité des eaux impures de la ville. D'autre part, tous les essais d'épuration par des procédés mécaniques ou chimiques ont complètement échoué; aussi se voit-on obligé de recourir à ce que nous avons appelé le mode naturel d'épuration et de relever les eaux à une grande hauteur pour trouver un sol convenable.

De nombreuses recherches ont été faites et ont déterminé le choix des terrains sablonneux et perméables, formant les plateaux de Loo et de Penthy, lesquels présentent une superficie utilisable de près de 4,000 hectares.

Digitized by Google

ÉGOUTS PRIVÉS

Avant les nouveaux règlements de voirie la plupart des égouts étaient fort mal établis; souvent l'insuffisance de la pente générale, l'irrégularité dans la répartition de la chute disponible, la mauvaise exécution des maçonneries, l'absence d'enduits, la mauvaise qualité et la pose défectueuse des tuyaux, etc., ont été la cause d'engorgements plus ou moins fréquents, d'infiltrations dans le sous-sol et de l'envahissement de l'intérieur des maisons par l'air infect des égouts. Aujourd'hui, pour la construction de tous ces branchements, on emploie, presque exclusivement et de préférence à la fonte, des poteries en grès vernissées intérieurement.

Chaque tuyau d'évacuation est muni d'une fermeture hydraulique, dite coupe-air, qui se trouve à l'origine du conduit et à sa sortie.

Lorsqu'un égout privé est sujet à être noyé par les crues on le munit d'un tuyau d'évent.

Bruxelles ne possédant une distribution d'eau que depuis 1853, la plupart des maisons recueillent encore leurs eaux pluviales dans des citernes dont le trop plein s'écoule aux égouts privés par un conduit muni également d'une fermeture hydraulique le plus souvent en forme de siphon.

Dans les cabinets les seuls appareils admis sont ceux avec emploi d'eau et fermeture hydraulique sous la cuvette; à chaque visite, la dépense d'eau est de 3 à 5 litres.

Au surplus tous les anciens types, très nombreux, de coupe-air sont remplacés aujourd'hui par des siphons en grès avec une immersion de $0^{m}06$ dans celui à l'origine du conduit, et une immersion de $0^{m}01$ à $0^{m}02$ seulement dans celui placé au débouché.

ÉGOUTS SECONDAIRES

Profil. — Tous les égouts nouvellement construits sont de forme ovoïde, avec radier d'autant plus concave que la circulation d'eau doit y être moins grande; ils sont revêtus intérieurement d'un enduit au ciment.

Les bouches, au nombre de 4,000, sont toutes munies d'un réservoir, soit en maçonnerie soit en fonte, destiné à retenir les sables

Digitized by Google

et les corps volumineux. Ces réservoirs sont vidés de temps en temps, pendant la nuit, par les ouvriers chargés du nettoyage des chaussées ; en outre les trois quarts de ces bouches sont munies de coupe-air pour empêcher les gaz des égouts de se répandre dans l'air.

Aération. — L'aération des égouts se fait donc par 1,000 bouches environ non pourvues de fermetures hydrauliques et par les regards assez rapprochés, lesquels sont fermés au moyen de plaques percées de trous.

Tout en interceptant le plus possible la communication entre l'atmosphère des rues et celle des égouts, dans le cas d'un mauvais fonctionnement accidentel de ces derniers, les ingénieurs de Bruxelles n'ont vu aucun inconvénient à ce qu'elle existât cependant de distance en distance. Ils y trouvent un avantage, celui d'empêcher une trop grande tension de l'air dans les égouts et, par suite, celui d'éviter le reflux des gaz au dehors et spécialement dans les maisons.

Le savant docteur Janssens, directeur du service sanitaire de Bruxelles, interrogé, par quelques membres de la Commission technique de 1883, sur la question de ventilation des égouts, déclare être peu partisan du système de fermeture hydraulique des bouches; il estime qu'il conviendrait de laisser, sinon la totalité, du moins la majeure partie de celles-ci librement ouvertes, pour assurer une bonne ventilation.

Profondeur. — La règle admise, depuis 1875, est de mettre le radier à $4^{m},50$ sous la voirie, de façon à permettre aux égouts privés de déboucher à une hauteur suffisante au-dessus du radier de l'égout public, pour que les eaux de celui-ci ne refluent pas dans les branchements privés et ne refoulent pas l'air dans les maisons.

Tracé et pentes. — Comme dans la plupart des villes, les anciens égouts ont été construits sans plan général, sans esprit de suite, et uniquement en vue des circonstances spéciales à la rue, sans se préoccuper de ce qu'exigeait l'amont ou l'aval, ni des améliorations à apporter dans l'ensemble du réseau. Ceux construits depuis 1875 sont tracés et conçus d'après un système rationnel tout différent ; chaque ligne passe successivement par une rue à forte pente et par une rue horizontale. Sous les rues à forte inclinaison l'égout reçoit une pente moindre que celle du pavage tandis que, sous les rues parallèles au thalweg, l'égout est au contraire plus fortement incliné

Digitized by Google

que la voie publique. De cette manière tout le réseau peut recevoir une pente suffisante et être parcouru en entier par un volume d'eau assez grand pour que le curage s'y fasse automatiquement sur toute la longueur.

Curage. — Le curage, pour ceux qui ne se nettoient pas automatiquement et ils sont peu nombreux parmi les nouveaux, se fait la nuit à bras d'hommes. Les dépôts sont amenés sous les cheminées de curage très rapprochées (à 50 mètres au maximum), élevés au moyen d'un panier et d'un treuil mobile au niveau de la voie publique, puis chargés dans des tombereaux après avoir été désinfectés au préalable.

Ces dépôts sont d'ailleurs peu importants, eu égard aux réservoirs situés à chaque bouche et à la nature des chaussées presque toutes pavées en grés. *(Les grands boulevards extérieurs seuls sont macadamisés).*

Drainage. — Il a été démontré à Bruxelles, contrairement à la crainte exprimée par M. Brouardel, que les eaux ne souillent pas le sol quand les égouts sont construits avec soin et revêtus intérieurement d'un enduit en ciment. Chaque fois que l'on a eu à démolir un égout bien construit, il a été constaté que le terrain voisin était resté exempt de toute souillure.

Une autre particularité très importante a été également observée : dans les terrains aquifères il n'y a pas non plus de pénétration d'eaux impures dans le sol; mais les eaux de source ou de la nappe parviennent toujours à pénétrer dans les égouts. Ce drainage est une excellente chose à tous les points de vue.

COLLECTEURS

Comme nous l'avons déjà dit, ils sont de forme ovoïde avec cunette et deux banquettes ; les parois intérieures sont recouvertes d'enduits lissés au mortier de ciment.

Des mains-courantes, en fer galvanisé, règnent à $0^{m}90$ au-dessus des banquettes, le long des pieds droits de la voûte.

A tous les 50 mètres se trouve un regard avec échelle en fer pour la sortie des égouttiers ; en quelques points les échelles sont remplacées par des escaliers d'un parcours facile.

Entre les voûtes recouvrant la Senne et les collecteurs accolés en

Digitized by Google

ville, ainsi qu'à la rencontre des collecteurs isolés avec les différents bras de la rivière, sont ménagées des ouvertures munies de portes ou de clapets *s'ouvrant du collecteur vers la Senne.*

Ces ouvertures, dont le seuil est placé au niveau de la banquette, sont destinées à livrer passage à une partie des eaux des averses extraordinaires; ces eaux trouvent alors un débouché direct dans la rivière, lorsqu'elle n'est pas grossie par une forte crue et ne viennent pas encombrer inutilement les collecteurs ni l'usine de Hæren.

Des prises munies de vannes se trouvent aux extrémités amont des divers collecteurs, pour permettre dans ces derniers l'introduction d'une quantité plus ou moins grande d'eau de la rivière, afin d'en faciliter le curage et le lavage.

Pente. Curage. — La pente, pour la majeure partie des collecteurs et de l'émissaire, est de $0^{m}0003$ par mètre; cette pente n'est pas suffisante pour y empêcher tout dépôt; aussi des curages périodiques sont pratiqués à l'aide de wagons-vannes, semblables à ceux employés à Paris.

Ces appareils, entièrement en fer, consistent en une vanne présentant la forme de la cunette et suspendue, à l'aide de charnières, à un wagon à quatre roues; le wagon roule sur des rails qui bordent la cunette et qui sont constitués simplement par des cornières formant l'arête de la banquette et de la cunette.

La vanne étant amenée à peu près à fond, les eaux se trouvent retenues à l'amont à une certaine hauteur au-dessus du niveau aval. La dénivellation ainsi produite, en même temps qu'elle fait avancer le wagon-vanne, imprime aux eaux qui passent en dessous une vitesse suffisante pour balayer les matières déposées au fond de la cunette et les entraîner vers l'aval. Au fur et à mesure que les dépôts sont chassés en avant, la vanne avance et le curage se fait pour ainsi dire automatiquement.

ÉMISSAIRE

Rien de particulier à ajouter à ce que nous avons dit.

RENSEIGNEMENTS DIVERS

La superficie de la ville est, pour la partie bâtie, de 1,550 hectares

Digitized by Google

et, pour celle non bâtie, de 5,383 hectares, soit en tout 6,933 hectares.

Sa population est d'environ 370,000 âmes.

La longueur totale actuelle des égouts est de 120 kilomètres, sur laquelle les collecteurs figurent pour une longueur de 17,775 mètres.

Le coût du mètre courant du voûtement de la Senne, avec les collecteurs accolés, a été de 3,500 fr. ; celle des grands collecteurs isolés de 400 fr. ; enfin celle des petits égouts de 45 fr.

Consommation d'eau. — La consommation journalière d'eau pour les usages domestiques peut être évaluée, en moyenne, par habitant, d'après M. Van Mierlo, à 30 litres dont 15 sont fournis par la distribution et les 15 autres par les citernes dont nous avons parlé.

La distribution publique peut fournir 28,000 mètres cubes environ par 24 heures, soit 75 litres par habitant et par jour, ce qui ne laisse que 60 litres disponibles pour les usages publics.

Malgré cette faible quantité d'eau dont Bruxelles dispose et le peu de pente qu'il a été possible de donner à beaucoup d'égouts, sur la rive gauche surtout, grâce aux dispositions prises, on a pu adopter le système de vidange aux égouts et laver suffisamment ceux-ci pour qu'on n'y perçoive pas d'odeur désagréable.

Depuis 1873, c'est-à-dire depuis l'achèvement de ces grands travaux d'assainissement, la mortalité à Bruxelles qui, antérieurement, s'élevait à 28 décès pour 1,000 habitants et par année est descendue à 22.

D'après les relevés faits par M. le docteur Janssens, cette diminution de la mortalité porte non seulement sur les cas de fièvre typhoïde, mais aussi sur ceux causés par le croup, l'angine, la scarlatine et la variole.

Nous allons terminer cette étude sur Bruxelles par l'exposé du fonctionnement du bureau d'hygiène de cette ville et, particulièrement, de son rôle dans les cas d'épidémie.

BUREAU D'HYGIÈNE DE BRUXELLES (1)

Chaque fois qu'un cas de maladie de nature infectieuse ou zymotique est signalé au bureau, par le médecin traitant, par l'admi-

(1) Renseignements fournis par M. le docteur Janssens aux membres de la Commission de 1882, lors de son voyage à Bruxelles, en février 1883.

Digitized by Google

nistration des hôpitaux ou par l'employé de l'état-civil, il est immédiatement procédé à une triple enquête.

« Le médecin hygiéniste du quartier fait une visite au domicile de la personne malade ou décédée afin de se rendre compte des causes permanentes d'insalubrité existant dans l'habitation, ainsi que des circonstances qui peuvent avoir contribué au développement ou à la propagation de la maladie. Il s'assure s'il y a déjà eu ou s'il existe d'autres cas de la même affection dans la maison. Il s'enquiert des écoles fréquentées par les enfants de la maison, afin de prendre éventuellement les mesures nécessaires pour prévenir la contamination des écoles elles-mêmes. Il indique les mesures de désinfection qu'il juge les plus utiles dans l'occurrence et dont l'exécution est confiée soit à la famille, soit à un agent spécial du bureau de police de la division.

« Une seconde enquête est faite simultanément par les soins d'un employé, directement placé sous mon contrôle ; il visite la maison pour s'assurer tout spécialement de l'état des latrines, des égouts, des coupe-air hydrauliques, etc.

« Enfin une troisième enquête est faite au point de vue de la composition des eaux de puits servant à l'alimentation. Un échantillon est prélevé dans toutes les maisons contaminées et l'analyse en est faite par le chimiste de la ville.

« Lorsqu'on a reconnu que l'échantillon d'eau est réellement mauvais, que la dose des matières organiques et de certaines matières inorganiques dépasse un maximum tolérable, l'administration invite le propriétaire à pourvoir son immeuble d'eau potable, soit en faisant exécuter au puits les travaux nécessaires pour rendre à l'eau la pureté indispensable, soit en prenant un abonnement aux eaux de la ville. Pour le cas où le propriétaire n'exécute pas, dans le délai fixé, les travaux qui lui sont prescrits en suite des enquêtes effectuées par le service d'hygiène, la commission médicale est appelée à statuer sur la question et à se prononcer sur le point de savoir si, en cas de nouveau refus du propriétaire, l'habitation de l'immeuble doit être interdite. »

Digitized by Google

DANTZIG — BRESLAU — BERLIN

C'est aux rapports nombreux et des plus intéressants, publiés par le regretté M. A. Durand-Claye, ingénieur en chef des ponts et chaussées au service de l'assainissement de la Seine, que nous empruntons la majeure partie des renseignements sur les trois villes allemandes dont nous allons nous occuper (1).

DANTZIG

Situation géographique. — La ville de Dantzig est située sur la rive gauche de la Vistule, à environ 5 kilomètres de la Baltique.

Elle est traversée par deux rivières : la Mottlau et la Radanne qui, à leur sortie de la ville, se réunissent pour se jeter dans l'ancien lit de la Vistule. Ces deux cours d'eau, comme ce bras de la Vistule transformé en canal de navigation, ont des courants d'une très faible vitesse, souvent contrariés par des vents régnants qui produisent des sortes de marées locales, se faisant ressentir jusque dans l'intérieur de Dantzig.

Ces circonstances spéciales devaient forcément conduire à détourner les eaux d'égout de ces rivières, malgré l'importance de leurs débits.

Historique. — Dantzig est une ville ancienne, dont la plupart des maisons, à pignon sur rue, construites du XVe au XVIe siècle, présentent un aspect des plus pittoresques, mais ne répondent pas aux conditions d'hygiène recherchées à notre époque.

Le départ des immondices n'était pas assuré, beaucoup de maisons n'avaient même pas de fosses fixes, et leurs habitants déversaient simplement sur la chaussée des voies publiques les impuretés de toute nature produites dans la vie journalière.

(1) Etude de la question des eaux d'égout en France et à l'étranger. — Rapport à la section du Génie rural de la Société des agriculteurs de France, par A. Durand-Claye, ingénieur en chef. —Imprimerie de la *Société de Typographie.* Paris, 1881.

Digitized by Google

Il n'existait qu'une distribution d'eau élémentaire, qu'on complétait à l'aide de puits et de pompes par l'usage de l'eau impure de la nappe souterraine.

De cette situation fâcheuse résultait un état sanitaire des plus mauvais ; la mortalité atteignait le chiffre élevé de 36,50 pour 1,000 et le dépassait même de plus de moitié dans les quartiers les moins sains.

Dantzig, qui compte aujourd'hui près de 100,000 âmes et qui est une des places commerciales les plus importantes de la Prusse septentrionale, dut travailler à son assainissement, sous peine de voir sa population émigrer et sa prospérité disparaître.

ASSAINISSEMENT INTÉRIEUR

Distribution d'eau. — On s'occupa d'abord de créer une distribution d'eau ; de grands travaux furent faits, dont le coût dépassa 2,300,000 francs et, aujourd'hui, les habitants sont pourvus d'eau de source fraîche, limpide, d'excellente qualité et suffisamment abondante (120 à 160 litres par tête et par jour).

Principes adoptés. — La distribution d'eau étant créée il fut possible de songer à l'établissement d'un réseau complet d'égouts. Malgré le voisinage de la Baltique on écarta le système d'envoi des immondices à la mer et on adopta franchement le « Tout à l'égout » avec l'épuration des eaux par filtration sur un sol perméable et cultivé.

Collecteurs. — Les collecteurs principaux ont été établis parallèlement au cours de la Mottlau en suivant des rues importantes ; ils reçoivent les eaux des égouts principaux et les transportent toutes à une usine élévatoire commune.

Leur forme est ovoïde, leur pente varie de $0^{m}0004$ à $0^{m}00066$ par mètre ; ils sont établis à une profondeur au-dessous du sol variant de 2 à 6 mètres. Leurs sections, comme pour ceux de Londres, sont réduites au minimum ; aussi, en cas d'orages et d'averses exceptionnelles, ils sont munis de vannes de décharge dans la Mottlau. Ces vannes ne doivent fonctionner que lorsque les collecteurs ont été fortement lavés par l'eau de pluie, de façon à ne jeter dans la rivière que des eaux à peu près claires.

Digitized by Google

Egouts secondaires. — Les égouts secondaires sont établis en maçonnerie et plus souvent encore en poterie, d'un diamètre variable entre 0m235 à 0m520, ils présentent une pente de 0m001 à 0m01, ils sont établis à des profondeurs variant de 2 à 6 mètres.

A chaque carrefour se trouve un regard où l'on peut, à l'aide de vannes et de barrages, diriger les chasses dans un sens ou dans l'autre; lorsque ces chasses naturelles sont insuffisantes pour entraîner les dépôts, on augmente leur intensité au moyen d'eau empruntée à la rivière.

Le nombre de bouches d'égouts est de 447, celui des regards de 388 et celui des cheminées de ventilation de 101.

Égouts privés. — Les branchements particuliers sont obligatoires; ils sont tous établis en poterie avec siphons; ils reçoivent les eaux pluviales, ménagères, de lavage, les eaux-vannes et les matières tout-venant des water-closets.

Dépenses. — L'ensemble du réseau municipal, qui comprend 4,256 mètres de collecteurs, 36,675 mètres d'égouts en poterie, 2,684 mètres de conduites en fonte, a coûté, y compris l'usine élévatoire et la conduite de refoulement aux irrigations, environ 2,625,000 francs, soit 35 fr. 60 par tête d'habitant. Les frais annuels d'entretien, comprenant le service du curage et celui de l'usine élévatoire, sont, en moyenne, de 33,000 francs.

ASSAINISSEMENT EXTÉRIEUR

Renseignements généraux. — Toutes les eaux d'égout, avons-nous déjà dit, arrivent à une usine élévatoire qui les élève à une hauteur de 9m80 et les refoule, par une conduite en fonte de 0m575 de diamètre et de 2,900 mètres de longueur, sur un terrain fortement ondulé, de 500 hectares de superficie, en sable siliceux à peu près pur et situé dans une île formée par l'ancien cours de la Vistule.

A leur arrivée dans l'usine (1), un appareil ingénieux sépare les

(1) L'usine comprend 2 machines à vapeur de 60 chevaux, dont une seule suffit pour assurer le service. Ces machines actionnent des pompes à double effet, à clapets verticaux. Les eaux, avant d'arriver aux pompes, traversent un *extracteur* dont nous avons donné précédemment la description.

Digitized by Google

matières solides les plus grosses ; les eaux contiennent alors en tout 1k33 de substances étrangères et dosent 0k053 d'azote par mètre cube. Elles fournissent journellement un débit de 13,500 mètres cubes, qui peut s'élever à 16,500 les jours de pluie. A leur débouché sur les terrains irrigués, leur température ne descend pas au-dessous de 5°5 pendant l'hiver et ne monte pas au delà de 8°75 pendant l'été.

Les terrains irrigués présentent un sol des plus perméables et dans de bonnes conditions au point de vue de l'épuration; mais les irrégularités du relief et l'extrême perméabilité portent la dépense de mise en état à 1,000 francs par hectare.

Les eaux sont distribuées par canaux à ciel ouvert et par déversement. La nappe des eaux souterraines se trouve à une faible profondeur variant de 0m90 à 1m50. Des fossés d'égouttement, creusés jusqu'à ce niveau, servent à assainir le terrain, à empêcher le relèvement de la nappe d'eau et à conduire les eaux épurées dans un canal central débouchant dans la Vistule.

Au point de vue de l'assainissement le résultat est complet; les eaux circulant dans les fossés d'assainissement sont limpides, sans la moindre odeur; il ne s'est produit aucune influence fâcheuse sur la santé des habitants des villages voisins. Quant aux résultats agricoles on a eu beaucoup de peine à les rendre satisfaisants. On faisait, les premières années, malgré tous les efforts, vu l'extrême perméabilité du sol, de l'épuration sur une surface restreinte au lieu de l'utilisation agricole sur toute la surface disponible.

Contrat Aird. — En 1869 la ville de Dantzig fit un contrat avec un Anglais, M. Aird, par lequel elle lui abandonnait, pour 30 années, la jouissance des eaux d'égout et de 500 hectares de terrains destinés aux irrigations, à charge par lui d'entretenir l'usine, d'élever les eaux, d'entretenir et curer tout le réseau d'égouts.

Grâce à ses efforts persévérants M. Aird parvint à augmenter chaque année la superficie des terrains irrigués et à rendre son fermage de plus en plus lucratif. Il cultive lui-même une partie du terrain et loue le reste par parcelles aux cultivateurs des environs moyennant un prix très rémunérateur, variant de 240 à 365 francs l'hectare. (Avant les irrigations, ces terrains, qui appartenaient déjà à la ville, ne produisaient rien, vu leur stérilité, et n'étaient que d'un faible rapport, 10,000 francs environ pour la totalité.)

Digitized by Google

Le service d'irrigation se poursuit l'hiver sans interruption; l'eau arrive à une température de 5°5, fond la neige et la glace et continue à se filtrer sans porter aucun préjudice à la végétation.

RÉSULTATS OBTENUS POUR L'ÉTAT SANITAIRE DE LA VILLE

Grâce à ces travaux d'assainissement intérieur et extérieur de la ville l'état sanitaire de Dantzig s'est amélioré rapidement.

La distribution d'eau fit faire un premier pas à cette amélioration; mais c'est surtout à partir de 1872, c'est-à-dire après la projection des matières fécales à l'égout, l'achèvement du réseau et la mise en train des irrigations qu'elle se fit sentir. Le chiffre de la mortalité est descendu brusquement de 36,50 à 28,60, et tend depuis à décroître encore; aujourd'hui, elle ne dépasse pas 26 pour 1000, bien que les conditions de climat et de sol soient loin d'être des plus satisfaisantes.

BRESLAU

La ville de Breslau, chef-lieu de la Silésie, située sur l'Oder, compte aujourd'hui environ 250,000 habitants.

C'est une ancienne ville, remontant au xe siècle, dont beaucoup de rues sont étroites et à faible pente; les pluies y sont fréquentes, souvent abondantes, atteignant en un jour jusqu'à 0m05 de hauteur.

Autrefois il y avait peu ou point d'égouts; ceux-ci se déversaient à l'intérieur même de la ville dans un bras de l'Oder, le Stadgraben dont l'eau, sans vitesse, était devenue un foyer d'infection.

Le sous-sol, constitué par des alluvions, était infecté par les puits perdus, les fosses non étanches. Point d'eau dans les maisons. De nombreuses industries : brasseries, distilleries, huileries, raffineries de sucre, etc., etc., contribuaient à infecter la voie publique.

La distribution d'eau était à peu près nulle; aussi la mortalité ne descendait pas au-dessous de 33 pour 1,000, et atteignait souvent 50 pour 1,000.

Digitized by Google

ASSAINISSEMENT INTÉRIEUR

Principes adoptés. — La municipalité, s'étant décidée à faire les travaux nécessaires pour l'assainissement de la ville, établit d'abord une distribution d'eau pouvant fournir 123 litres par habitant et par jour.

La base essentielle de l'assainissement étant ainsi assurée, elle construisit un réseau complet d'égouts, prescrivit la suppression de toutes fosses fixes ou puisards, rendit obligatoire l'écoulement total des vidanges à l'égout et assura également l'assainissement extérieur en épurant les eaux impures au moyen d'irrigations sur des terrains cultivés.

Egouts privés. — Les égouts privés sont tous exécutés en poterie ; leur pente minima varie de $0^{m}02$ à $0^{m}03$ par mètre ; ils sont munis d'un siphon en grès assurant une fermeture hydraulique de $0^{m}08$ d'immersion et d'un clapet métallique, sous le sol des caves, s'ouvrant du dedans au dehors. Ce clapet arrête les corps solides volumineux ; il peut être visité au moyen d'un regard.

Egouts publics, — Les égouts municipaux secondaires ont été établis les uns en poterie de $0^{m}43$, les autres en maçonnerie de briques avec des dimensions très restreintes.

Pour tous les égouts maçonnés la forme générale adoptée a été la forme ovoïde avec radier en granit. Au moment de la remise en place des terres, on a eu soin de recouvrir l'extrados d'une couche de sable de $0^{m}50$, bien pilonnée.

Collecteurs. — L'ensemble des collecteurs, d'une longueur totale de plus de 19 kilomètres, comprend plusieurs lignes dont le tracé a été étudié de façon à ce qu'ils interceptent toute communication des égouts avec la rivière. Les deux collecteurs principaux aboutissent en un même point de la rive droite de l'Oder, à la pointe de Zchlelberg où se trouve l'usine élévatoire.

Usine élévatoire. — Les eaux, avant d'arriver aux pompes, traversent un réservoir en maçonnerie de 10 mètres de diamètre, avec puits au milieu, où elles déposent toutes les matières solides entraînées et non en suspension.

Les pompes sont à double effet, commandées par deux machines

Digitized by Google

à balancier de 60 chevaux, capables d'élever chacune un demi-mètre cube d'eau à la seconde. En cas d'afflux extraordinaire, par suite de pluie d'orage, on a installé en outre deux jeux de pompes centrifuges, mues par des machines à vapeur spéciales, pouvant débiter en tout $4^{m^3},50$ à la seconde.

L'usine a coûté 580,000 fr. et l'ensemble des travaux d'assainissement intérieur, comprenant collecteurs, égouts et usine élévatoire, un peu plus de 1,500,000 fr., soit environ 60 fr. par tête d'habitant.

L'exploitation de cette usine a été donnée à un entrepreneur général, M. Aird, pour 10 années, moyennant une subvention annuelle de 31,210 fr. pour les 5 premières années et de 37,500 fr. pour les 5 dernières années.

ASSAINISSEMENT EXTÉRIEUR

Comme nous l'avons dit, la ville a reconnu la nécessité d'épurer les eaux, avant de les jeter à la rivière et a adopté le mode d'épuration par filtration sur un sol perméable.

A cet effet elle a conclu un deuxième traité avec M. Aird, auquel elle livre pour 10 ans la jouissance de deux domaines d'une superficie totale de 700 hectares. Elle lui accorde en outre une subvention de 1,000 fr. par hectare mis en état de recevoir les eaux, plus 250 fr. par hectare drainé. (On estime que le drainage devra être exécuté sur la moitié environ de la superficie). La ville fera donc de ce chef une dépense de 453,000 fr. environ.

Les eaux d'égout sont amenées sur les terrains à irriguer au moyen d'une conduite en fonte de 1,200 mètres de longueur, la hauteur d'élévation varie de 5^m00 à 6^m85 ; le prix de la conduite s'est élévé à 207,000 fr.

Distribution des eaux. — Du point d'arrivée des eaux part une rigole maîtresse de distribution. Cette rigole, construite en béton, a 1^m40 de largeur, 1^m30 de hauteur, avec parois de 0^m16 d'épaisseur; elle est établie sur un remblai en forme de digue, protégée latéralement par des terres et couverte par des dalles ; la pente est de 0^m0003 par mètre.

Des tuyaux en poterie s'embranchent sur la rigole maîtresse ; ils alimentent des rigoles secondaires en terre ou en planches.

Le terrain, nivelé avec soin, forme de grandes planches, de

Digitized by Google

200 mètres de long sur 100 mètres de large, coupées par trois rigoles principales, distantes d'une trentaine de mètres les unes des autres.

Canaux d'assainissement. — La nappe étant assez voisine du sol (1m00 à 2m00 au maximum), il a été prévu, parallèlement à la rigole maîtresse de distribution, un canal principal d'assainissement ayant à l'origine une largeur au plafond de 1m50 qui croît en aval jusqu'à 6m00 ; sa pente est de 0m00016 par mètre. Un canal du même genre doit entourer les deux villages voisins.

Des fossés secondaires d'assainissement sont tracés suivant les principales limites des champs irrigués ; enfin les eaux sont amenées à ces fossés secondaires par des tuyaux de drainage de 0m075 placés à 1m50 de profondeur et espacés au maximum de 20 mètres.

Le canal principal d'assainissement se jette dans l'Oder ; à la jonction se trouve une vanne que l'on ferme en cas de crue de la rivière, afin d'éviter un reflux dans le canal. Des pompes mues par la vapeur assurent alors l'écoulement des eaux dans ce dernier, en les relevant à deux mètres de hauteur environ et en les rejetant dans l'Oder. Ces dernières dépenses se sont élevées à plus de 500,000 fr.

Conditions acceptées par M. Aird. — M. Aird paie à la ville de Breslau un loyer annuel par hectare de 112 fr. 50 pour la première année, 137 fr. 50 pour la deuxième, 150 pour la troisième, et 225 fr. pour les années suivantes. Comme les premiers terrains vont absorber la totalité des eaux, il a été prévu des réductions pour tous ceux qui ne seraient pas irrigués et pendant tout le temps qu'ils ne pourraient l'être.

BERLIN

La ville de Berlin, capitale de la Prusse, est située dans une plaine fertile, sur les bords de la Sprée. La date de son origine ne peut être fixée avec certitude, on croit cependant qu'elle remonte au commencement du XIIIe siècle. A la fin de ce siècle Berlin, alors située sur la rive droite de la Sprée, était la rivale de Cologne, située sur la rive gauche de la même rivière. Ces deux villes furent réunies, puis séparées et enfin réunies définitivement sous Frédéric III. Dès la fin du XVe siècle Berlin était devenue la résidence

Digitized by Google

des souverains de l'électorat du Brandebourg; plus tard elle devint celle des souverains du royaume.

Aujourd'hui Berlin est devenue une des grandes capitales de l'Europe et le centre intellectuel de l'Allemagne. Sa population, qui était de 12,000 âmes au milieu du XVIIe siècle, atteint, à ce jour, presque un million, réparti sur une surface considérable de plus de 6,000 hectares. On y remarque de nombreux monuments publics et de belles constructions modernes, de grandes et vastes promenades; on y compte 23 églises, 40 ponts, 40 places publiques, plus de 300 rues.

La ville est gérée par un bourgmestre, un adjoint et vingt-deux échevins avec un conseil municipal de cent un membres élus par tous les habitants; les membres du conseil élisent le bourgmestre pour douze ans, l'adjoint et les échevins pour six ans.

ANCIEN ÉTAT DE BERLIN AU POINT DE VUE SANITAIRE

La situation de la ville est peu favorable à un bon état sanitaire naturel. Berlin est construit dans une plaine sablonneuse, traversée par les divers bras de la Sprée dont le cours peu rapide est ralenti encore par des écluses de navigation. La nappe souterraine est voisine du sol; à l'extérieur de la ville elle apparaît sous forme de nombreux étangs; à l'intérieur elle se tient à une faible profondeur (0^m94 à 1^m25, exceptionnellement 3^m00).

Le climat est humide et froid plutôt que pluvieux, la hauteur de pluie annuelle n'est que de 0^m54, enfin la saison d'hiver est rude et prolongée.

En résumé les conditions naturelles sont peu favorables à l'assainissement. D'autre part les dispositions anciennes des voies publiques, des maisons et des égouts n'étaient guère plus favorables.

Pour les vidanges les maisons possédaient des fosses fixes dont la plupart, non étanches, infestaient la nappe. Les rues étaient munies de caniveaux très profonds dans lesquels on déversait non seulement les eaux pluviales mais les eaux ménagères et, trop souvent, les eaux vannes et de vidange; c'étaient de véritables égouts à ciel ouvert. Les égouts, peu nombreux d'ailleurs, étaient mal établis; les uns et les autres déversaient, à l'intérieur même de la

Digitized by Google

ville, toutes leurs immondices dans les différents bras de la Sprée qui la traversent et qui, par ce fait, devenaient de véritables foyers d'infection.

L'alimentation d'eau se faisait, surtout à l'aide de puits privés ou publics, avec l'eau de la nappe souterraine que son voisinage du sol rendait si facile à infecter. Dans les derniers temps une distribution fut créée; elle pouvait fournir environ 50 litres, par tête et par jour, d'eau de rivière puisée dans la Sprée en amont de Berlin.

La mortalité, en 1871, avait atteint près de 40 pour 1,000; aussi cette situation déplorable et le rapide développement de Berlin rendirent les travaux d'assainissement indispensables et urgents.

ASSAINISSEMENT INTÉRIEUR

Les travaux d'assainissement furent l'objet d'études prolongées de 1862 à 1874; de nombreux avant-projets et mémoires furent rédigés et publiés.

Un rapport général fut confié à un savant, M. Virchow, lequel conclut de la manière la plus nette à l'adoption de l'écoulement total des vidanges à l'égout et à l'épuration des eaux par les irrigations.

Tout d'abord on dut s'occuper d'augmenter la distribution d'eau; après des études et des essais, on s'arrêta au projet Veitmeyer consistant à puiser l'eau de la nappe souterraine dans des galeries filtrantes établies à neuf et quinze kilomètres de la ville, à l'ouest et à l'est, et de l'amener à Berlin par des conduites métalliques. Ces travaux coûtèrent environ 50 millions et permirent une distribution de 254,000 mètres cubes d'eau par jour.

Quant aux travaux d'assainissement proprement dits on se mit résolument à l'œuvre en 1873.

Des ordonnances furent rendues relativement à l'obligation, pour les propriétaires, de supprimer leurs fosses d'aisance et puisards, puis d'envoyer à l'égout leurs eaux impures ainsi que les matières de vidange.

Dès qu'un égout est construit dans une rue la municipalité publie un avis; six semaines après les propriétaires des immeubles sis dans la rue doivent présenter à l'autorité le projet de trans-

Digitized by Google

formation de leurs fosses et branchements à l'égout. Il leur est accordé six nouvelles semaines pour supprimer les fosses et puisards et commencer les travaux définitifs à l'intérieur de leurs immeubles. Ces travaux, avant leur mise en service, sont reçus par l'administration qui exécute la partie extérieure du branchement et se fait rembourser ses frais au prix de tarifs règlementaires. En outre chaque immeuble relié à l'égout public est soumis à une taxe payable par trimestre et calculée de manière à couvrir les frais d'entretien, en même temps que l'intérêt et l'amortissement du capital engagé dans la construction des égouts. Cette taxe est fixée administrativement pour chaque exercice ; les rôles à acquitter sont recouvrés comme en matière de contributions publiques. L'appel auprès du tribunal compétent n'est pas suspensif de l'exécution des travaux ou des paiements de la taxe. Enfin les contraventions sont punies d'une amende et même de prison dans le cas de non paiement de l'amende.

Même disposition relativement à l'abonnement aux eaux, rendu obligatoire dans les six semaines après une mise en demeure.

DÉTAILS DE DISPOSITIONS ET DE CONSTRUCTIONS

Égouts privés. — Les branchements particuliers sont tous exécutés en poterie de $0^{m}16$, leur pente est de $0^{m}02$ au minimum, ils sont munis obligatoirement d'un siphon en grès avec immersion de $0^{m}08$; en arrière du siphon et sous le sol des caves se trouve un clapet métallique s'ouvrant du dedans au dehors, pouvant être facilement visité et curé au moyen d'un trou d'homme.

L'introduction des matières dures et solides est sévèrement interdite ; les éviers des cuisines doivent être munis d'une grille ; les tuyaux de descente des eaux pluviales doivent présenter un siphon de $0^{m}60$ de hauteur ; les agents de l'administration ont le droit de pénétrer dans l'immeuble quand ils le jugent à propos et de vérifier l'exécution de toutes les prescriptions précédentes.

Égouts publics. — Dans chaque rue, devant chaque trottoir, se trouve une conduite dite d'évacuation, située à une profondeur moyenne de trois à quatre mètres. Un grand nombre de rues ont, d'un côté, un véritable égout de forme ovoïde et, de l'autre, une simple conduite en grès de $0^{m}22$ — $0^{m}33$ ou $0^{m}45$ de diamètre ; dans

Digitized by Google

d'autres, au contraire, passent les égouts de grand type formant collecteurs.

Les égouts sont de forme ovoïde, avec cuvette circulaire; les voûtes sont construites en briques avec une épaisseur constante de $0^{m}25$, les radiers reposent sur un sommier en pierres.

Toutes les bouches sont accompagnées d'un puisard en maçonnerie, fermé en haut par une grille horizontale à charnière et situé au fond du caniveau, contre la bordure du trottoir. Le puisard est destiné à recevoir les matières solides qu'on vient enlever à la main de temps en temps; les eaux s'en échappent et se rendent à l'égout par un tuyau en poterie de $0^{m}16$. — Les regards sont de simples cheminées avec échelons, fermées à la partie supérieure par un tampon de $0^{m}51$.

La ventilation des égouts se fait à l'air libre par les bouches d'égout et par les regards.

Collecteurs. — A Berlin le tracé des collecteurs présente un cas particulier. Le terrain étant pour ainsi dire horizontal et le jet des eaux impures dans la Sprée ayant été écarté en principe, il n'y avait plus une direction forcée à donner à la masse d'eau d'égout; aussi le système adopté fut-il différent de celui appliqué dans les autres villes. La superficie de Berlin fut divisée en cinq bassins à chacun desquels correspond un collecteur dont la pente va de l'intérieur à l'extérieur de la ville; chacun de ces collecteurs, dont la pente varie de $0^{m}00036$ à $0^{m}05$, aboutit à une usine élévatoire située sur le périmètre de la ville. Les cinq usines envoient toutes les eaux vers deux domaines acquis à cet effet et situés l'un au nord, l'autre au sud; là se fait l'épuration par le sol avec utilisation des produits pour la culture.

Les cinq bassins comprennent une superficie bâtie de 2,500 hectares environ; on évalue à 100,000 mètres cubes le débit journalier des eaux d'égout. Celles-ci, avant d'arriver aux pompes, traversent un vaste réservoir circulaire en maçonnerie, muni de deux toiles métalliques disposées suivant un diamètre et dans lequel s'arrêtent les corps lourds et encombrants.

Les usines sont chacune de la force de 350 à 400 chevaux; aucune odeur ne se dégage dans les environs.

La dépense totale pour l'établissement de tout le système est d'environ 50 millions; les frais d'entretien et d'exploitation des

Digitized by Google

usines et du réseau d'égouts sont d'environ 625,000 francs par an.

ASSAINISSEMENT EXTÉRIEUR

Ainsi que nous l'avons déjà dit, on évalue à 100,000 mètres cubes le débit journalier des eaux d'égout; celles-ci dosent environ 0k070 d'azote au mètre cube.

Après de longs et coûteux essais d'épuration des eaux par des procédés chimiques, qui ne donnèrent, comme partout ailleurs, que de mauvais résultats, la municipalité se décida à adopter le système d'épuration par le sol, qu'une expérience sur place et que l'exemple des autres villes lui indiquèrent comme étant seule praticable.

Elle acheta deux domaines : l'un, celui de Falkenberg, au nord-est, d'une superficie de 736 hectares, situé en moyenne à 31 mètres au-dessus du niveau de la Sprée; et l'autre, au sud, d'une superficie de 824 hectares, situé à la cote 22.

Les eaux d'égout, amenées sur ces deux domaines, y sont distribuées au moyen d'un réseau de conduites maîtresses en fonte, munies de robinets-vannes de distribution et de conduites secondaires formées, les unes par des poteries, les autres par des canaux à ciel ouvert munis de vannes en bois.

Au point haut de la conduite d'amenée des eaux se trouve un tuyau, formant ventouse avec déversoir, limitant la pression à 10 mètres environ au-dessus du terrain naturel.

Le tuyau ventouse porte un flotteur avec un petit drapeau qui sert à indiquer de loin, aux ouvriers chargés des irrigations, les variations de charge et de débit et qui les guide ainsi dans les manœuvres à faire.

Préparation du sol. — Les terrains destinés à la culture courante sont préparés de deux manières différentes. — Pour les cultures de légumes et plantes à racines on emploie des raies et billons; les raies ont une longueur de 20 à 25 mètres, suffisante pour l'absorption totale des eaux d'égout; leur largeur est à peu près de 0m30 et elles sont espacées de 0m90 à 1m20. Les billons sont réunis en grandes planches de 6 à 9 mètres de largeur, par série de 6, avec bourrelet autour. — Pour les prairies on choisit généralement les terrains un peu inclinés et on les arrose par planches unies au

Digitized by Google

moyen d'une rigole supérieure ou centrale. — Le drainage ici n'est pas indispensable le sol étant très perméable, maintenu en bon état de culture et ravivé par des façons constantes.

En attendant la mise en irrigation complète des deux domaines, opération qui demande un certain nombre d'années, on a établi de vastes bassins ou, pour mieux dire, réservé de grandes surfaces de terrains sur lesquels on envoie les eaux non employées à la culture.

Sur ces terrains on cherche avant tout l'épuration, sans se préoccuper de l'utilisation agricole qui est, au contraire, poursuivie concurremment avec l'épuration sur le reste du domaine. A cet effet ces parcelles, convenablement drainées et parfaitement dressées, suivant une surface horizontale, reçoivent, sans aucune espèce de culture, les eaux sous forme de couches minces successives. Lorsqu'une couche a été absorbée et purifiée, par son passage à travers le sol perméable, une autre couche est introduite et ainsi de suite, jusqu'à ce que le dépôt laissé sur le sol et qui reste constamment perméable, ait atteint une épaisseur de 0m20 à 0m30. Alors on cesse l'introduction de l'eau, on laisse le dépôt se ressuyer, on le retourne par un labour général, puis l'année suivante on y fait des cultures diverses : colza, lin, avoine, navets. Ces bassins, destinés à recevoir les excédants d'eau qui se produisent surtout au moment des récoltes et des pluies, fonctionnent toujours par rotation ; les champs irrigués reçoivent l'eau même l'hiver. La dose annuelle est d'environ 51,000 mètres cubes à l'hectare.

RÉSULTATS AU POINT DE VUE DE L'ASSAINISSEMENT

Les résultats obtenus, au point de vue de l'assainissement, sont remarquables (1) ; on ne perçoit d'odeur sensible qu'aux bouches

(1) A l'intérieur de la ville la mortalité générale de 37 à 38 avant la canalisation, est tombée après à 33.30 puis à 29 pour 1.000 habitants.

La transformation hygiénique des quartiers a coïncidé avec une amélioration de l'état sanitaire, notamment en ce qui concerne la fièvre typhoïde. Dans les maisons reliées à la canalisation, les maladies typhiques étaient descendues à 1 ou 2 et les décès de 0,4 à 0,7. Elles étaient de 6 à 11 pour 100 dans les maisons non canalisées, avec 1,4 à 2,3 de décès.

Enfin sur 49,3 (maisons canalisées) une était atteinte et l'on y comptait un

Digitized by Google

mêmes de distribution des conduites maîtresses ; sur l'ensemble de la culture on ne perçoit rien ; les eaux fournies par le drainage sont claires, pures, limpides et fraîches.

Le personnel considérable de l'exploitation (près de 500 personnes) jouit d'une excellente santé ; aucune plainte ne s'élève dans les environs où, cependant, se rencontrent de nombreuses maisons de campagne.

Au point de vue agricole les résultats sont non moins satisfaisants; les choux, le céleri, les betteraves, les carottes blanches, le colza, l'avoine, le tabac, la chirorée viennent avec une vigueur remarquable ; 5 à 6 têtes de choux blancs ou de Milan, pèsent jusqu'à 50 kilogrammes. — Les prairies de ray-grass sont splendides ; elles donnent 6 à 10 coupes et jusqu'à 120,000 kilogrammes d'herbe fraîche par an. L'exploitation entretient un troupeau de 70 vaches, qui consomment 75 kilogrammes d'herbe fraîche par tête et par jour et donnent en moyenne, en tenant compte des chômages, mises bas, etc., 8 litres d'excellent lait. — Les chemins principaux sont bordés d'abres fruitiers d'un excellent rendement.

La municipalité de Berlin cherche plutôt à assurer un bon assainissement qu'à faire une bonne opération financière ; elle cultive elle-même pour rentrer dans ses déboursés ; elle paraît peu disposée à livrer des eaux aux cultivateurs des environs ; cependant elle loue quelques-unes de ses parcelles à raison de 300 à 475 fr. l'hectare.

cas de mort sur 137,5 maisons, tandis qu'une maison sur 93 non canalisées une était atteinte avec un cas de mort sur 43 maisons.

(Rapport du docteur Grant au ministre de l'intérieur en juin 1889.)

Digitized by Google

FRANCFORT-SUR-MEIN

Les travaux d'assainissement intérieur de cette ville sont, au dire des hygiénistes, les plus parfaits de ceux exécutés tant en Europe qu'en Amérique; nous ne pouvons donc les passer sous silence.

C'est à l'obligeance de M. Lindley, le savant ingénieur qui a dirigé ces travaux, que nous devons les renseignements les plus complets dont nous donnons ici un résumé, en insistant plus particulièrement sur les dispositions adoptées pour le drainage intérieur des maisons.

HISTORIQUE — RENSEIGNEMENTS DIVERS

Francfort-sur-Mein est une ancienne ville, remarquable par ses monuments historiques, ses belles constructions, ses promenades, son commerce et ses travaux d'assainissement devenus classiques.

Sa superficie est d'environ 520 hectares, sa population atteint aujourd'hui 90,000 âmes; le cube journalier des eaux d'égout, non compris les eaux pluviales, est de 9,600 mètres ; le débit du Mein à son niveau moyen, dans le même temps, dépasse 15 millions de mètres cubes, soit plus de 1,500 fois celui des eaux d'égout.

Comme dans la plupart des villes anciennes, l'état sanitaire laissait fort à désirer; le chiffre de la mortalité par fièvre typhoïde a atteint par an jusqu'à 85 pour 100,000 habitants.

Aussi depuis longtemps les autorités municipales se préoccupaient des mesures à prendre en vue d'améliorer cette situation.

En 1863 une commission de 5 membres (1), choisis parmi des ingénieurs et des savants s'étant occupés d'hygiène publique, fut chargée de dresser un plan d'ensemble définitif des travaux à exécuter pour obtenir un assainissement de la ville, le plus parfait possible.

(1) Ces cinq membres étaient MM. G. Blonden, F. Lichberg, W. Lindley, Dr G. Varrentrapp et Geh. Baurath Wiebe.

Digitized by Google

Voici la description du projet adopté et exécuté sous la haute direction de M. Lindley, un des membres de la commission susdite.

Les travaux commencés en avril 1867 ont été terminés en juillet 1876.

PRINCIPES ADOPTÉS POUR LES TRAVAUX D'ASSAINISSEMENT

On a adopté le principe du système « Tout à l'égout » tempéré par des dispositions spéciales empêchant la projection aux égouts de toutes matières solides autres que celles en suspension dans l'eau et provenant, soit du sol des chaussées publiques, soit des habitations.

L'évacuation dans les égouts n'a pas été rendue obligatoire ; toutefois les propriétaires y ont vu un tel avantage, qu'à ce jour la communication existe pour la presque totalité des maisons habitées.

Par contre, dès le début, il a été décidé que les installations des branchements privés à l'intérieur des maisons devaient être soumises à un contrôle sévère et que, pour assurer la salubrité de la ville, il était nécessaire d'étendre l'action de l'autorité sur tous ceux-ci et leurs dépendances.

Aussi, dès le commencement des travaux, on a prescrit un règlement, accompagné de plans types et explicatifs réunissant toutes les conditions hygiéniques et techniques.

C'est surtout grâce à l'observation consciencieuse de ce règlement qu'ont pu être réalisés, tant en confort qu'en salubrité, les avantages offerts aux habitants par le nouveau réseau d'égouts.

Ces derniers reçoivent donc, non seulement les eaux pluviales, mais les eaux ménagères, les eaux vannes et même les matières fécales et cela avec une distribution d'eau dont l'importance n'excède pas 120 litres par habitant et par jour.

Toutes ces eaux sont réunies dans un collecteur général et déversées, quant à présent, au milieu même du lit du Mein, à un niveau inférieur à celui des basses eaux, au milieu du plus fort courant et à une distance de la ville de trois kilomètres environ.

L'importance relative du débit et la vitesse du courant de la rivière font que les eaux d'égout se diluent tellement que les immondices charriées par ces dernières ne laissent aucune trace de leur passage.

Digitized by Google

Bien que l'assainissement intérieur ait été ainsi complètement obtenu, et cela sans nuire à la banlieue, on a décidé la prolongation du collecteur général, parallèlement à la rivière, sur une longueur de 1,400 mètres, de façon à atteindre une dépression du sol et à rendre possible la réalisation de l'idée primitive d'utiliser les engrais contenus dans les eaux d'égout.

ASSAINISSEMENT DE LA MAISON — ÉGOUTS PRIVÉS

En ce qui concerne les travaux intérieurs de la maison voici les prescriptions essentielles du règlement dont nous avons parlé plus haut.

Chaque appareil d'évacuation : cuvette de water-closets, évier de cuisine, plomb de cabinets de toilette ou de bains, etc., etc., doit être muni d'une fermeture hydraulique formée par un siphon en S. Pour éviter l'entraînement de l'eau formant fermeture et l'introduction dans la maison de l'air impur des égouts, chaque siphon doit être ventilé au moyen d'un petit tube métallique montant jusqu'au toit (1).

Les tuyaux de chute doivent être multipliés suffisamment pour se rapprocher le plus possible de la verticale des différentes séries d'appareils sanitaires et éviter les longs tuyaux de vidange horizontaux ; ils doivent communiquer chacun séparément et directement avec l'égout public.

Comme on le voit, dans cette ville, à l'exemple d'ailleurs de plusieurs villes américaines, Brooklyn entre autres, on a supprimé ce qu'on appelle l'évacuateur commun et la fermeture hydraulique de ce dernier, dite siphon de pied.

La suppression de ce dernier présente plusieurs avantages : l'air, refoulé par la descente des eaux, peut s'écouler librement vers l'égout, sans refluer en pression sur l'eau des siphons supérieurs ; les obstructions ou ruptures par congélation qui peuvent se produire dans l'évacuateur, près le siphon de pied, sont évitées ; l'air, en circulant librement et constamment dans toute la canalisation intérieure, oxyde les rares matières organiques qui peuvent adhérer

(1) Voir au 1er fascicule concernant l'habitation, l'article intitulé : *de la ventilation des siphons.*

Digitized by Google

aux parois et atténue les virus; enfin les chasses d'eau peuvent agir avec toute leur efficacité.

La crainte de voir les gaz de l'égout public pénétrer dans l'habitation et l'infecter a été reconnue mal fondée; l'expérience en grand, faite depuis plusieurs années à Francfort, à Brooklyn, etc., etc., ne permet plus d'avoir de doute à cet égard.

Les tuyaux employés de préférence sont les tuyaux métalliques, fer ou fonte, posés autant que possible en dehors des habitations; des moyens doivent être prévus pour assurer à chacun d'eux un rinçage complet et une ventilation constante. Ceux de chute des water-closets doivent être prolongés jusqu'au-dessus des toits, loin de toute fenêtre d'habitation et servir à la ventilation des drains privés ainsi que des égouts publics, dans lesquels ils débouchent au-dessus du niveau moyen des eaux.

ÉGOUTS PUBLICS

Forme. — Matériaux employés. — Les égouts publics secondaires ont la forme circulaire et sont construits en tuyaux de grès vernissés intérieurement. Les principaux sont visitables, ont la forme ovoïde et sont construits en maçonnerie de briques et ciment de Portland présentant intérieurement un parement aussi lisse que possible et à la partie inférieure, formant cunette, un radier en grès vernissé. Les plus grands soins ont été apportés : 1° dans le choix des matériaux, fournis d'ailleurs aux entrepreneurs par la municipalité; 2° dans la confection des mortiers, des enduits; et 3° dans l'exécution des travaux. Rien n'a été négligé pour obtenir des travaux solides et durables. Les égouts se raccordent entre eux à hauteur du niveau d'écoulement normal et en formant un angle aigu avec la direction du courant principal.

Profondeur. Pente. — Leur profondeur au-dessous du niveau des rues varie de 3 à 10 mètres; en général on a cherché à les tenir au-dessous du niveau des eaux du sous-sol pour assurer le drainage de ce dernier et celui des caves. La plupart se trouvent dans une couche naturelle de terre glaise imperméable.

Leur pente varie suivant leur situation; elle est, pour les égouts principaux et le collecteur général, de 0^m005 par mètre; pour les égouts secondaires, elle est toujours d'au moins 0^m001; là où les

Digitized by Google

pentes dépassent 0m01 par mètre et où les circonstances le permettent, on a employé des tuyaux en grès, tandis que pour les pentes plus faibles, là où il peut se former des dépôts, les égouts sont construits cheminables.

Dans tous les cas, les pentes sont continues; il n'y a nulle part de place de dépôt de quelque nature que ce soit.

Ventilation. — Toutes les ouvertures, où l'échappement de l'air d'égout pourrait devenir nuisible, sont munies chacune d'une fermeture hydraulique; tandis qu'on a laissées libres toutes celles situées aux endroits où cet échappement ne peut présenter aucun inconvénient.

On emploie en outre pour la ventilation des égouts, chose à laquelle on a apporté un soin tout spécial, les tuyaux de gouttières, partout où leurs extrémités supérieures au toit ne se trouvent ni à proximité ni en contre-bas des fenêtres, particulièrement ceux des bâtiments élevés, des églises ou autres monuments publics. On emploie également à cet usage les tuyaux de chute des water-closets, les cheminées de quelques usines, deux tours de ventilation construites à l'amont du réseau et aux points hauts de la ville, enfin des cheminées d'aérage, en tuyau de grès d'un diamètre de 23 centimètres, dont les orifices, situés au niveau du pavé des rues, peuvent, à volonté, être pourvus d'agents désinfectants.

En temps de fortes pluies ces cheminées ont, en outre, l'avantage de livrer passage à l'air déplacé des égouts, de manière à éviter à leur intérieur tout excès de pression qui pourrait nuire au bon fonctionnement des fermetures hydrauliques sises dans les maisons d'habitation.

Sections. — Les sections sont calculées de façon à pouvoir débiter non seulement les eaux d'égouts ordinaires, mais aussi *une certaine quantité* d'eau pluviale. Par les temps de grandes pluies, les excédants sont déversés directement, par le chemin le plus court, dans le Mein au moyen de déversoirs pluviaux ou canalisation de décharge passant, au moyen de siphons, au-dessous des égouts d'interception parallèles à la rivière.

Bouches d'égout. — Elles sont placées dans les caniveaux, à côté des bordures de trottoirs, à 35 mètres de distance les unes des autres; elles sont toutes munies d'une grille horizontale et au-dessous d'un réservoir à matières solides. Ce réservoir a la forme d'un

Digitized by Google

puits vertical cylindrique de 0m45 de diamètre, 2m20 de profondeur, construit en grès vernissé et garni d'une cuvette amovible.

Les matières minérales, entraînées par les eaux pluviales, sont retenues dans cette cuvette, qui est de temps en temps levée et dont le contenu est transporté par un chariot spécialement affecté à ce service.

Le nombre total de ces bouches d'égout est de 4,200.

Du curage des égouts. — Il se fait partout et uniquement au moyen de chasses d'eau. Celles-ci sont obtenues, pour les égouts des parties hautes de la ville ou des extrémités amont, au moyen de réservoirs de chasse qu'on remplit d'eaux pluviales ou de distribution et, pour ceux des parties basses de la ville, au moyen des eaux provenant de l'égout lui-même, retenues par des vannes ou de celles d'égouts situés à un niveau plus élevé.

Il a été installé, à cet effet, de nombreux réservoirs munis de vannes et plus de 200 vannes sur le cours des égouts.

Regards. — On a établi environ 700 regards. Ceux-ci sont placés à toutes les jonctions et sur les égouts visitables sur le cours desquels ils sont espacés de 200 mètres environ.

Collecteur général. — Nous n'avons rien de particulier à ajouter à ce que nous avons déjà dit au sujet du collecteur général.

Ajoutons, pour terminer cette description, que l'ensemble des égouts constitue deux réseaux qu'on peut rendre indépendants; le premier, correspondant aux parties hautes de la ville, est, en ce qui concerne son évacuation, indépendant du niveau des eaux du Mein dans lequel il peut, en tout temps, déverser les siennes; le second, correspondant aux parties basses, doit, en temps de hautes eaux de la rivière, évacuer les siennes en utilisant comme bouche de sortie un affaissement naturel de terrain qui s'est heureusement trouvé parallèle au Mein dont il est séparé par un léger dos d'âne.

Longueur des deux réseaux; dépenses. — La longueur totale des égouts publics atteint presque 90 kilomètres, dont 16 sont construits en poterie; la dépense s'est élevée, en tout, à environ *sept millions*, soit environ 77 francs par habitant.

RÉSULTATS OBTENUS

Les résultats obtenus par les travaux dont nous venons de faire une description sommaire ont été des plus satisfaisants.

Digitized by Google

Le drainage des caves et du sous-sol a été parfaitement atteint et les eaux provenant de cette source sont utilisées au nettoyage des égouts.

Le curage des égouts publics est effectué exclusivement à l'aide de chasses d'eau dont le service est fait par quatre ouvriers seulement, sous la direction d'un employé. La plupart des conduits se nettoient par leur écoulement ordinaire, le reste doit être soumis de temps en temps à des chasses d'eau, afin d'entraîner du radier tout dépôt, même d'origine minérale.

La ventilation entretient le renouvellement de l'air à l'intérieur des égouts; ces derniers ne laissent percevoir aucune mauvaise odeur et il n'y a pas eu lieu, jusqu'à ce jour, de recourir aux modes de désinfection prévus.

Au point de vue sanitaire l'amélioration a dépassé les espérances qu'on pouvait former au début; la mortalité par fièvre typhoïde a diminué progressivement, au fur et à mesure de l'admission des water-closets avec écoulement à l'égout. Aujourd'hui que cette admission existe pour presque la totalité des maisons, la mortalité par fièvre typhoïde est descendue au-dessous de 20 par 100,000 (à 9 pour 100,000 en 1883.)

On a constaté également, comme à Bruxelles, à Berlin, à Dantzig, à Breslau, etc., une grande diminution dans la mortalité de beaucoup d'autres maladies, spécialement de celles ayant trait aux muqueuses.

Digitized by Google

LISBONNE [1]

RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX

La capitale du Portugal est une ville importante, bâtie en amphithéâtre sur la rive droite du Tage, à 15 kilomètres de l'Océan et occupant un espace de 12 kilomètres de long sur 6 de large.

Immédiatement en aval de la ville, le fleuve présente une largeur variant de 1,600 à 2,400 mètres et une profondeur de 30 à 40 mètres; en amont, il forme un lac de 25 kilomètres de longueur et 8 de largeur mais d'une faible profondeur.

Le port est un des plus beaux ports naturels du monde; mais, dans son état actuel, il ne constitue, en définitive, qu'un simple mouillage, n'étant pas muni des installations et de l'outillage que comportent les grands ports modernes.

L'amplitude de la marée, devant Lisbonne, est de 4 mètres au moment des vives eaux et de 1 mètre seulement aux mortes eaux.

En aval de la ville, la mer basse met à nu un banc de vase énorme à pente douce et couvert de détritus de toute nature amenés par les aqueducs et égouts.

Le relief de la ville est fort accidenté : on y remarque trois croupes principales; aussi l'aspect de Lisbonne est des plus pittoresques.

Les principales artères de communication suivent : d'une part, la ligne de faîte des trois collines et, d'autre part, les thalwegs des vallons intermédiaires. Ces artères, sensiblement perpendiculaires aux bords du Tage, sont reliées entre elles par des voies secondaires s'écartant peu des lignes de plus grandes pentes et présentant, par suite, de fortes inclinaisons.

Le long de la rive du fleuve, au pied des coteaux, règne une voie continue à laquelle viennent se rattacher les artères principales.

(1) Notes extraites en majeure partie d'un mémoire publié par M. Van Mierlo en 1883.

Digitized by Google

Les rues sont, en général, tortueuses, étroites, très souvent coupées par des gradins en escaliers, surtout dans l'ancienne Lisbonne, la ville arabe. Dans la nouvelle ville, les rues sont plus droites, plus propres, mais leur largeur ne dépasse généralement pas 10 mètres.

Lisbonne est une ville fortifiée, munie d'une enceinte; aussi la population, surtout dans l'ancienne ville, est-elle très condensée. Les maisons sont à 3 et même 5 étages, habitées chacune par une ou deux familles et adossées à une cour appelée *saguao*, dépourvue d'air, de lumière et dont la propreté laisse beaucoup à désirer.

Sur la même cour prennent jour la cuisine, la salle à manger et le cabinet de toilette; la façade principale est réservée aux salons; les chambres à coucher ne reçoivent pas de jour direct. Dans la plupart des bâtiments faits depuis le tremblement de terre de 1755, le bois entre pour une grande part dans la construction des maisons, afin de leur donner plus d'élasticité et une plus grande résistance aux vibrations causées par les tremblements de terre.

La température, à Lisbonne, est comprise entre 8° en janvier et 21 degrés en août. La hauteur moyenne de la pluie est de 730 millimètres par an, avec de grandes variations mensuelles; en juillet elle ne dépasse pas 3 millimètres, en novembre elle dépasse 100 millimètres. On a observé des pluies donnant jusqu'à 12 millimètres en 11 minutes.

La population dépasse 200,000 âmes, non compris les trois grands faubourgs d'Alcantara, de Belem et d'Ajuda, qui comptent environ 20,000 habitants.

ANCIENNE SITUATION AU POINT DE VUE SANITAIRE

Distribution d'eau. — Jusqu'en 1880, la ville de Lisbonne ne disposait que d'une petite quantité d'eau de source amenée par l'aqueduc *das Aguas-Livres*. Cet aqueduc a un développement total de 30 kilomètres; il traverse plusieurs vallées à l'aide de canaux en maçonnerie à écoulement libre.

Quelques-uns de ces ponts acqueducs sont très importants; le plus remarquable est celui d'Alcantara, entièrement construit en marbre blanc et composé de 37 arches en ogive, ayant ensemble 300 mètres de longueur et dont la plus élevée mesure 77 mètres.

Digitized by Google

La conduite *das Aguas-Livres* est une des premières faites en Europe depuis l'époque romaine. Commencée en 1731 elle fut mise en fonctionnement vingt ans après, mais elle ne fut complètement achevée qu'au commencement de ce siècle. Elle fournissait 25 à 30 litres par habitant et par jour, quantité évidemment trop faible, qu'on dut chercher à augmenter par l'adjonction de nouvelles sources à la même conduite, puis par la création d'une nouvelle distribution.

Depuis 1880 la ville dispose de 200 litres par habitant et par jour, quantité suffisante pour satisfaire convenablement à toutes les exigences de l'hygiène et des embellissements de la ville.

Evacuation des immondices. — Avant le xve siècle les habitants projetaient dans la rue, pendant la nuit, les immondices de toute nature dont ils avaient à se débarrasser ; elles étaient enlevées par les balayeurs publics et transportées, à dos d'animaux ou par des tombereaux, au Tage ou dans des dépotoirs publics.

Dans certains quartiers aisés les matières fécales de chaque habitation étaient accumulées dans des vases en poterie, hauts et étroits, appelés calhandras ; de temps à autre des négresses les transportaient sur la tête jusqu'au Tage, en des endroits fixés par l'autorité : c'était, dans une forme primitive, le système des fosses mobiles.

En 1671 l'autorité municipale obtint le droit de prohiber la projection des immondices dans les rues, de mettre à la charge des habitants le balayage de la voie publique devant leurs demeures, ainsi que l'enlèvement des immondices, lequel fut adjugé à des entrepreneurs.

Après le tremblement de terre de 1755, lors de la reconstruction des quartiers détruits, on établit un assez grand nombre d'égouts et l'usage de relier les maisons à ces derniers. Dès lors disparurent quelques-uns des dépotoirs et partiellement la projection sur la voie publique des déjections et eaux ménagères. Le système de l'évacuation continue et souterraine se substitua au mode ancien ; seulement il était établi suivant des dispositions défectueuses dont les inconvénients se manifestèrent pendant les épidémies de choléra (1856) et de fièvre jaune (1857).

A partir de 1858 une amélioration fut apportée par l'usage des fermetures hydrauliques, adaptées à tous les tuyaux évacuateurs branchés sur les égouts.

Digitized by Google

La plupart de ces derniers étaient en maçonnerie, non étanches, mal établis, à des profondeurs souvent insuffisantes et se déversaient tous dans le Tage à l'intérieur même de la ville, tout le long des quais. Des bancs énormes de dépôts, que le courant et le mouvement des marées étaient insuffisants à entraîner, se formèrent dans le fleuve en augmentant d'importance tous les jours.

De tout cela il résultait l'infection des maisons, du sol et de la rue, en un mot, un mal général et permanent pour toute la ville. C'est à ce fâcheux état de choses que les médecins attribuèrent l'élévation du chiffre de la mortalité (30 pour 1,000). Ce nombre doit être considéré comme très élevé pour Lisbonne, étant donné que les conditions topographiques, géologiques et météorologiques de cette ville sont on ne peut plus favorables à l'hygiène.

PROJETS DIVERS DE TRAVAUX D'ASSAINISSEMENT DE LISBONNE

Cette situation ne pouvait subsister dans une ville de l'importance de Lisbonne, sans compromettre sa prospérité.

En 1871 parut le premier rapport important sur la question.

La même année le gouvernement chargea une Commission d'élaborer un plan général, pour faire de la capitale un port de mer de premier ordre. Cette Commission eut à s'occuper de la question des égouts. Dans un rapport, déposé en 1873, elle énumère les inconvénients actuels de Lisbonne à ce dernier point de vue, elle signale les différents systèmes appliqués en Europe, puis elle conclut à la suppression des fosses fixes ou mobiles et admet, comme seul système acceptable, l'écoulement direct et continu de toutes les eaux sales et excrémentielles, leur enlèvement hors la ville par plusieurs collecteurs correspondant aux divers niveaux de Lisbonne, puis l'épuration des eaux par filtration sur le sol.

La commission réclamait la suppression de l'ancien et dégoûtant système, consistant à faire servir les éviers des cuisines à l'évacuation de toutes les immondices provenant des maisons et l'établissement, dans toutes les maisons, de water-closets inodores. La Commission jugeait également indispensable d'établir un *drainage général du sol de la ville* pour le nettoyer et éviter qu'il ne se corrompe à nouveau.

Digitized by Google

En 1876 un ingénieur spécialiste, E. Gotto, moyennant une rémunération de 160,000 fr., fut chargé de dresser un projet définitif. Ce projet, dont le devis dépassait 30 millions, conçu d'après le système de sections circulaires réduites et non visitables, fut vivement critiqué. A la suite d'avis de modifications émis par le comité consultatif des travaux publics et par l'administration de la ville, le gouvernement chargea M. Castel Branco de visiter les principales villes d'Europe et de recueillir des renseignements précis et certains au sujet du fonctionnement des divers systèmes de canalisation adoptés.

Cet ingénieur, après avoir parcouru les principales villes d'Europe pendant deux ans, fit un rapport volumineux, très complet et très remarquable, constituant un véritable traité de la question et à la fin duquel il donna comme conclusion les bases d'un projet pour Lisbonne.

En 1880, après avoir complété sa distribution d'eau, l'administration municipale chargea une commission spéciale d'ingénieurs, médecins et chimistes, de déterminer et fixer les bases définitives d'un programme pour un projet complet d'assainissement. Enfin le travail de la commission fut repris par une commission purement municipale, assistée des ingénieurs de la ville, qui arrêta ainsi qu'il suit les bases définitives du programme en question.

PROJET ADOPTÉ PAR LA MUNICIPALITÉ

PRINCIPES FONDAMENTAUX

Voici l'exposé des principes fondamentaux :

Communication de toutes les habitations avec les égouts et écoulement à ceux-ci des eaux pluviales, eaux sales et matières fécales,

Suppression absolue des fosses et puisards,

Circulation continue, sans arrêt, des eaux impures dans un réseau d'égouts parfaitement aérés et imperméables,

Rejet des eaux impures dans la mer, à 15 kilomètres de la ville, l'épuration par filtration sur le sol étant difficilement applicable à Lisbonne.

Passons maintenant aux détails.

Digitized by Google

DISPOSITIONS D'ENSEMBLE DU RÉSEAU DES ÉGOUTS, SON ROLE, MATÉRIAUX CHOISIS

Division de la ville en deux zones, zone haute et zone basse.

Les eaux de la zone haute seront évacuées directement par l'action de la pesanteur; celles de la zone basse doivent converger en un point, pour y être élevées par des machines et être réunies à celles de la zone haute dans un émissaire commun.

D'une manière générale les égouts ne devront servir qu'à l'évacuation des eaux et des matières fécales; on n'y devra placer ni conduites d'eau ou de gaz ni fils télégraphiques.

Les produits des balayages des rues ne devront pas être introduits dans les égouts.

Dans la zone haute les eaux pluviales seront dirigées aux égouts, et ceux-ci seront munis, en des points convenables, de décharges sur des conduits de dérivation aboutissant directement au Tage, pour emmener celles des eaux pluviales qui peuvent être considérées comme extraordinaires.

Pour la zone basse, les eaux pluviales devront, en règle générale, être dirigées toutes directement au fleuve.

Les eaux ménagères, les matières fécales et les eaux industrielles, sans exception, seront conduites aux égouts; l'admission des eaux industrielles devra être soumise à des conditions nécessaires pour assurer la salubrité publique et pour préserver les égouts de toute dégradation.

Matériaux à employer. — Dans la construction des siphons des égouts privés et publics, d'un diamètre inférieur à $0^{m}60$, on emploiera des tuyaux de fonte émaillés intérieurement avec joints en plomb; dans la construction des autres égouts, on fera usage de maçonnerie avec mortier de chaux hydraulique et revêtement intérieur en mortier de ciment de Portland.

ÉGOUTS PRIVÉS

Dispositions générales. — Chaque branchement particulier sur les égoux municipaux devra être muni d'une fermeture hydraulique.

Digitized by Google

Les canalisations privées devront être disposées suivant des lignes droites, ne présenter aucun coude autre qu'un coude arrondi et n'avoir aucune partie en contre-pente.

Tout raccordement devra être fait au moyen de courbes ou sous une incidence plus petite que 45°.

Tous les orifices de communication entre les habitations et les égouts, tels que ceux des cours, écuries, éviers de cuisine, latrines, urinoirs, baignoires, lavabos, etc., devront, sans exception aucune, être munis de siphons d'un diamètre supérieur à celui de ces orifices.

L'immersion de ces siphons ne pourra pas être inférieure à 0m07, excepté ceux des water-closets, pour lesquels il a été convenu d'admettre 0m05 seulement. Ces siphons devront être placés de façon à ce qu'on puisse les visiter et présenter, au point le plus bas, un orifice avec obturateur à vis, à l'effet de pouvoir les désobstruer au besoin.

Tous les conduits, en aval des siphons, devront être aérés au moyen de tuyaux partant le plus près possible de ces siphons, disposés à l'extérieur des édifices et indépendants des tuyaux de descente des eaux pluviales. Ils seront prolongés au-dessus du faîtage du toit, l'extrémité munie d'un capuchon et placés à une distance telle des fenêtres et des cheminées que les gaz ne puissent, par cette voie, envahir les habitations. Leur section devra être égale au moins à la moitié du conduit ventilé et, en aucun cas, d'un diamètre inférieur à 0m10.

Il ne peut être envoyé à l'égout, sauf les matières fécales, aucunes matières solides, telles que débris de nourriture, balayures, décombres, sables, cendres, etc.; à cette fin, tous les orifices, sauf ceux des water-closets, seront munis de grilles inamovibles.

Le diamètre des conduites tubulaires ne devra être ni inférieur à 0m15, ni supérieur à 0m23.

L'inclinaison des branchements particuliers sera, au minimum, de 0m03 par mètre; les tuyaux employés devront, ainsi qu'il a été déjà dit, être en fonte émaillée à l'intérieur.

Tous les tuyaux de descente seront, autant que possible, placés hors des bâtiments et auront un diamètre de 0m10 à 0m14 au maximum.

Chaque habitation devra être munie d'un water-closet pourvu

Digitized by Google

d'eau avec un tuyau de chute indépendant des autres; l'orifice de la cuvette devra avoir 0m07 de diamètre et celui du siphon 0m10.

SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE DES BRANCHEMENTS PARTICULIERS

Les projets des travaux des branchements particuliers devront être soumis à l'approbation de l'administration municipale et l'exécution de ces travaux devra être surveillée par des agents spéciaux.

L'administration se réserve également le droit d'une surveillance permanente sur le fonctionnement des ouvrages dans toutes les maisons; la partie de l'évacuateur sise sur la voie publique devra être construite par l'administration, aux frais des propriétaires.

ÉGOUTS PUBLICS

La section, dans les rues d'une largeur inférieure à 6 mètres, devra être circulaire et juste suffisante pour permettre à l'égout d'écouler la quantité d'eau qu'il doit recevoir. Dans les rues plus larges les égouts, autant que possible, devront avoir une section suffisante pour pouvoir être facilement visités et la forme ovoïde devra être adoptée de préférence.

Il sera établi sur ces derniers, à des distances suffisamment rapprochées, des puits d'accès et sur tous les autres, à toutes les jonctions, des cheminées d'inspection et d'éclairage.

Tout raccordement d'égout doit se faire au moyen de courbes ou d'un angle d'incidence plus petit que 45°.

L'entrée des corps solides volumineux doit être empêchée au moyen de grilles établies à l'entrée de toutes les bouches d'égout. Celles-ci seront munies, en outre, de caisses disposées de façon à rendre facile l'enlèvement complet des dépôts qui s'y feront.

La vitesse d'écoulement ne devra, en aucun point, être inférieure à 0m67 dans les égouts de grandes dimensions, à 0m76 dans ceux de dimension moyenne et à 0m90 dans les petits ayant un diamètre inférieur à 0m30.

Les collecteurs seront aérés au moyen de puits s'ouvrant sur la chaussée de la rue; on utilisera dans le même but les cheminées

Digitized by Google

d'accès, d'inspection et d'éclairage; toutes ces cheminées devront être placées le plus loin possible des maisons d'habitation.

Les bouches d'égout seront disposées de façon à fournir un libre passage à l'air.

Pour tous les égouts, sans distinction, on devra adopter des dispositions permettant des chasses périodiques.

ÉMISSAIRE

Le débouché de l'émissaire devra être placé en dehors de l'embouchure du fleuve, en un point de la cité convenablement choisi pour que l'on n'ait jamais à craindre ni la formation de bancs par le dépôt des matières solides en suspension dans les eaux d'égout, ni l'infection des villages qui se trouvent à proximité.

DRAINAGE DU SOUS-SOL DES RUES

Le sous-sol des rues de la ville sera drainé dans tous les points où les conditions du terrain l'exigent; ce drainage devra être fait au moyen d'un système de drains perméables indépendants des égouts. Le travail ci-dessus est également prévu pour le sous-sol des maisons, s'il est humide. Les drains établis à cet effet devront déboucher dans les drains de la rue ou à l'air libre; ils seront garantis, comme les premiers, contre la pénétration des racines d'arbres. (C'est là une excellente mesure, qui trouverait de nombreuses applications des plus utiles, particulièrement dans les villes anciennes.)

CONCLUSION

En résumé la municipalité de Lisbonne, après des études prolongées, s'est décidée à appliquer le système de vidange à l'égout avec circulation continue, sans interruption. Les terrains favorables à l'épuration lui faisant défaut, elle se borne à porter toutes les eaux d'égout hors de la ville, dans la mer et en un point le plus éloigné possible de toute habitation (1).

(1) N'en résultera-t-il aucun inconvénient ? Il est permis d'en douter. Nous avons vu, en effet, que la plupart des villes maritimes anglaises, situées sur

Digitized by Google

Elle oblige chaque propriétaire à mettre son immeuble en communication directe avec l'égout public de la rue et l'astreint, dans la construction des branchements particuliers, à des dispositions assurant la salubrité de l'habitation, se réservant le droit de surveillance à cet égard, comme à Berlin, Bruxelles, Nancy, etc., etc.

Pour son réseau d'égout elle a adopté un système mi-tubulaire à grandes sections, réduisant toutefois ces dernières, en profitant du voisinage d'un fleuve important pour y déverser, au moyen de canaux de décharge, les excédents d'eau fournis par une pluie exceptionnelle.

Elle s'est décidée également (excellente chose dont l'application ne s'est faite que dans un petit nombre de villes) à drainer tous les sols qui lui paraissent avoir besoin de cette mesure.

Les grands et beaux travaux du port sont aujourd'hui en cours de construction ; la ville attend leur achèvement pour entreprendre ceux d'assainissement pour lesquels elle demande le concours de l'Etat.

des côtes où la marée se fait vivement sentir, n'ont point trouvé satisfaction dans ce procédé simple du débarras de leurs eaux d'égout.

Digitized by Google

NAPLES

Naples est une ville de 500,000 âmes, bâtie en amphithéâtre sur une plage en pente et resserrée entre la mer et des coteaux assez prononcés. Aussi, étant donnés la population et le peu d'espace disponible, les constructions se sont élevées en hauteur sur des rues étroites et où souvent la pauvreté a fait réunir plusieurs familles dans des espaces à peine suffisants pour une seule.

La distribution d'eau était, il y a quelques années encore, très insuffisante et de mauvaise qualité. Les quartiers les mieux partagés, sis à une hauteur moyenne, ne recevaient, par 24 heures, que 25 mètres cubes, au plus, d'eau potable. Quant aux quartiers bas ils n'étaient alimentés que par une nappe située à une faible profondeur et corrompue par les infiltrations des fosses et des puits perdus.

Le drainage des eaux impures laissait non moins à désirer ; le réseau d'égouts qui existait aboutissait au port ; de plus ses dernières ramifications, en raison du peu de pente et de la présence d'une nappe voisine du sol, fonctionnaient plutôt par absorption que par écoulement.

Dans de semblables conditions l'état sanitaire ne pouvait être que déplorable ; la mortalité atteignait, en effet, le chiffre de 34 pour 1,000 en moyenne, de 1879 à 1883 inclus, dans tous les quartiers bas et populeux situés sur le littoral.

L'épidémie de choléra de 1884, qui fit beaucoup de ravages, décida la municipalité à s'occuper de l'assainissement de la ville. Comme tout était à faire, il devait en résulter des dépenses considérables ; néanmoins, ayant obtenu le concours financier de l'Etat, elle n'hésita pas à entreprendre tous les travaux indispensables pour assurer un assainissement aussi complet que possible.

Ces immenses travaux, aujourd'hui terminés, correspondent aux trois ordres d'idées suivants :

1° Amélioration de la distribution d'eau,

2° Aménagement des quartiers bas malsains et création de nouveaux quartiers pour la population ouvrière,

Digitized by Google

3° Etablissement d'un réseau complet de galeries souterraines pour l'évacuation des eaux pluviales et d'égouts.

1° DISTRIBUTION D'EAU

Pour avoir de l'eau en quantité suffisante, il a fallu l'aller chercher à une grande distance dans la montagne, à plus de 80 kilomètres. On a recueilli les eaux d'infiltration souterraines qui glissent sur une couche imperméable, située à une profondeur de 12 mètres environ. La zone drainée est de 3 hectares.

Les eaux sont amenées par une galerie située à flanc de coteau, puis traversent la vallée qui sépare Naples de la montagne à l'aide d'un siphon de 20 kilomètres de longueur ; elles aboutissent alors dans une chambre d'où, à l'aide de vannes, on peut, à volonté, les faire passer dans une chambre de départ de l'aqueduc ou les déverser dans un canal de décharge.

Cette chambre étant, relativement à Naples, à un niveau très élevé et la pente adoptée pour la conduite n'étant que de 0m0005, la différence de niveau a dû être rachetée par des chutes verticales.

La conduite est en galerie, toujours recouverte d'une couche de terre d'un mètre au minimum. Pour la traversée de deux petites vallées rétrécies, dont le sol présente peu de résistance, on a fait usage de siphons. Ces siphons se composent l'un de 3, l'autre de 4 rangées de conduites en fonte de 0m80 de diamètre, donnant un débit total de 2 mètres cubes à la seconde. Trois nouvelles chutes à gradins rachètent l'excédent de pente disponible.

Une quantité de 170,000 mètres cubes d'eau arrive ainsi chaque jour à l'extrémité du coteau. Sur cette quantité, 100,000 mètres cubes seulement sont amenés jusqu'à Naples par le grand siphon ; les 70,000 mètres cubes restants s'écoulent, pour le moment, en pure perte, par une ouverture de décharge. Mais on compte les utiliser plus tard avec une nouvelle conduite et produire une force motrice importante en profitant de toute la chute.

Les siphons sont accompagnés, chacun, d'une conduite de petit diamètre, ayant la même origine, placée latéralement et s'arrêtant au point bas du profil. On peut ainsi amener l'eau dans l'un quelconque des siphons et l'air qui les remplit s'échappe par des ouvertures placées aux points hauts.

Digitized by Google

Des décharges permettent de les vider rapidement; les appareils de manœuvre sont logés dans des chambres en maçonnerie et une ligne téléphonique, suivant le parcours des siphons, permet de transmettre les ordres nécessaires aux hommes de service.

La ville présentant d'assez grandes différences de niveau, il a été établi deux réservoirs et deux distributions distinctes.

Grâce à ces grands travaux, Naples possède aujourd'hui une importante distribution d'eau potable, 200 litres par habitant et par jour, pouvant parvenir dans toutes les maisons, à tous les étages. L'eau est vendue à raison de 0 fr. 25 le mètre cube.

2° AMÉNAGEMENT DES QUARTIERS BAS

La population des quartiers bas, ainsi que nous l'avons déjà dit, était très condensée ; on y comptait 950 habitants par hectare; toutes les maisons y étaient resserrées et malsaines.

Pour assainir ces quartiers on y traça une grande artère de 25^{m} de largeur, allant du centre à la gare, sise à l'est de la ville, ainsi qu'un grand nombre de rues transversales de 12 à 15 mètres de largeur. Les expropriations nécessitées par ces voies nouvelles furent étendues à tous les îlots de maisons reconnues malsaines.

Vers la même époque on décida d'aménager et d'agrandir du côté de la mer, à l'aide d'un quai avancé, tout le quartier central de Sainte-Lucie, important par sa situation et présentant un grand nombre d'impasses.

D'autres voies furent et sont encore aujourd'hui en voie d'exécution.

Par l'ensemble de ces divers aménagements on est arrivé à donner de l'air et de la lumière à toutes les habitations mais, en même temps, on supprimait la majeure partie des logements occupés par les classes pauvres et les petits pêcheurs de la côte. Aussi, avant d'accomplir ces grandes transformations qui coûtèrent plus de 80 millions, on créa de nouveaux quartiers dans les faubourgs pour les logements à bon marché.

3° DRAINAGE DES EAUX PLUVIALES ET D'ÉGOUT

Naples a adopté franchement le « tout à l'égout », avec les dis-

Digitized by Google

positions de détail nécessaires pour obtenir un bon résultat à l'intérieur de la ville. Elle ne s'est pas préoccupée de la question d'épuration et d'utilisation des eaux d'égout et elle a cru pouvoir éviter de résoudre cette grave question qui eût été pour elle la source de nouvelles et grosses dépenses, en rejetant simplement les eaux impures à la mer, à environ 30 kilomètres de distance.

La situation topographique a amené, de même que pour la distribution d'eau, à diviser la ville en plusieurs zones pour l'établissement du réseau d'égouts.

1° — La partie haute dont les eaux de toute nature, drainées par un réseau d'égouts secondaires, aboutissent à un grand collecteur, presque toujours en galerie, avec une pente de 0^m001 d'abord puis de 0^m00066. Ce collecteur général conduit les eaux à la mer, à plus de 30 kilomètres de Naples, sur la plage de Cuma, où il a été prolongé de 150 mètres dans la mer afin d'éviter un ensablement. L'énorme distance qui sépare son débouché de la ville fait espérer qu'il n'y aura pas de retours possibles.

L'expérience apprendra si les localités maritimes voisines de cette plage n'exprimeront pas des plaintes justifiées d'ici quelques années.

2° — La zone moyenne comprenant toutes les autres parties de la ville assez élevées pour que leurs eaux pluviales et d'égout puissent être encore menées également à la mer. Les égouts secondaires de cette zone aboutissent à un 2e collecteur général dont la pente est de 0^m00075 et le débouché à l'isthme de Pausilippe.

Les collecteurs généraux des deux premières zones suivent la même direction sur une certaine partie de leur parcours, pendant laquelle ils sont même superposés et ils traversent chacun un vaste réservoir. Ces deux réservoirs, situés naturellement au niveau des collecteurs et par conséquent à des niveaux très différents, sont l'un en regard de l'autre; nous expliquerons plus loin leur rôle.

3° — Enfin une zone basse. Pour celle-ci les eaux pluviales s'écoulent directement à la mer par les anciens égouts. Quant aux matières fécales, aux eaux vannes et ménagères, elles sont reçues dans une canalisation spéciale qui les amène dans un vaste réservoir d'où elles sont extraites à l'aide de pompes puissantes et refoulées dans le collecteur général de la 1re zone.

De même, en temps normal, les eaux du collecteur général de la

Digitized by Google

2e zone sont prises dans le vaste réservoir qui se trouve à l'extrémité de la ville et déversées dans le réservoir correspondant du collecteur général de la 1re zone.

En temps normal toutes les eaux impures de la ville sont donc amenées au 1er collecteur général et conduites par celui-ci sur la plage de Cuma. Quant au deuxième, qui aboutit à l'isthme de Pausilippe, son rôle se borne à recevoir les excédents de pluies d'orage de la 2e zone que les pompes seraient impuissantes à élever ainsi que celles de la zone haute, que l'émissaire de la plage de Cuma ne pourrait débiter.

Grâce à ces immenses travaux, bien conçus et bien exécutés, l'état sanitaire de Naples ne laissera plus rien à envier aux villes les plus saines.

Digitized by Google

REIMS (1)

SITUATION ANCIENNE ET MODIFICATIONS SUCCESSIVES

A Reims on s'est occupé plus particulièrement de l'épuration des eaux d'égout.

Autrefois toutes les eaux se jetaient directement dans la Vesle par six embouchures différentes; la population n'était alors que de 35,000 âmes; l'industrie, quoique ancienne, comptait peu de manufactures importantes; enfin des jardiniers enlevaient à leur profit la majeure partie des boues qui se déposaient dans le lit de la rivière et faisaient disparaître de la sorte la plus grande partie des inconvénients résultant de cet état de choses.

Mais, en 1847, l'établissement du canal de l'Aisne à la Marne, passant entre la ville et la rivière, vint changer la situation. On réunit les six égouts principaux en un seul émissaire qui, traversant le canal en siphon, vint rejeter les eaux dans la Vesle en un seul point, à Saint-Charles, en accusant ainsi bien davantage l'infection de la rivière par les eaux d'égout. Ajoutons, d'ailleurs, que la population avait considérablement augmenté ainsi que l'importance des industries de lainage et de teinturerie et que la Vesle n'est qu'une rivière de peu d'importance dont le débit moyen, de 3 à 4 mètres cubes à la seconde, descend en été à moins de 1 mètre cube.

Sur les vives plaintes des habitants, une modification fut apportée par l'administration des ponts et chaussées qui groupa les six égouts en deux et fit rendre les eaux dans la Vesle en deux points plus rapprochés de la ville. C'était déplacer et même aggraver l'inconvénient dont on se plaignait.

Aussi nouvelles plaintes, nouvelles actions judiciaires plus nombreuses que les premières.

(1) En France, depuis une quinzaine d'années surtout, les questions d'assainissement commencent à préoccuper vivement les municipalités. L'état sanitaire des grands centres et particulièrement des villes du sud laisse beaucoup à désirer. Cependant, jusqu'à présent, il n'y a encore que quelques villes ayant exécuté des travaux d'ensemble en vue d'améliorer cette situation. Citons en tout premier lieu Paris, puis Nancy, Reims et Rennes.

Digitized by Google

RAPPORTS DE MM. DUCHATEAU, MAILLET, ETC.

La municipalité de cette époque chargea alors une Commission extra-municipale d'étudier la question et de proposer un remède. Cette Commisson présidée par M. Duchâteau, après de longues études très consciencieuses, déposa un rapport complet dont voici les conclusions principales :

1° Nul procédé de décantation ou de filtration mécanique employé seul ne saurait épurer les eaux d'égout et remédier d'une manière suffisante à la corruption de la Vesle,

2° Parmi les procédés chimiques connus à ce jour, celui à la chaux et aux cendres pyriteuses, proposé par MM. Houzeau et Dévédeix, semble devoir donner les meilleurs résultats.

3° Le système de l'irrigation des prairies par les eaux d'égout, qui a produit en Angleterre des résultats si remarquables, paraît applicable à Reims. Malgré la nécessité d'élever les eaux mécaniquement, il y a lieu de penser qu'une semblable opération résoudrait convenablement le problème.

La Commission demandait, en outre, des fonds pour être mise à même de continuer ses expériences.

Celles-ci furent poursuivies sur une grande échelle et démontrèrent l'insuffisance des procédés chimiques d'épuration.

En 1874 M. Duchâteau, qui était allé étudier en Angleterre les irrigations à l'eau d'égout, déposa un nouveau rapport dans lequel il concluait au rejet des procédés chimiques et à la supériorité de l'irrigation.

En 1875 nouveau rapport dans le même sens par M. Maillet, ingénieur des mines, membre de la municipalité.

En 1877 une Commission instituée par le ministère des travaux publics, sur la demande de la municipalité, a étudié la question sur place et dans son rapport du 5 avril, conclut ainsi :

« L'expérience et la théorie établissent que l'épuration par le sol et l'utilisation pour la culture donnent la solution la plus rationnelle et la plus avantageuse du problème des eaux d'égout.

« L'examen des lieux montre que cette solution s'applique parfaitement aux terrains crayeux que l'on trouve au-dessous de la ville de Reims. Tous les efforts de l'administration municipale doivent

Digitized by Google

donc se diriger vers ce but; toutes les études, tous les travaux sur les égouts et les eaux d'égouts doivent s'exécuter sous l'inspiration de ce principe. »

Les Conseils d'hygiène de l'arrondissement, du département, ainsi que celui institué auprès du Ministre des travaux publics consultés également, arrivent aux mêmes conclusions.

Malgré tous ces rapports si nets et si concluants, le Conseil municipal voulut faire pratiquer l'épuration par procédés chimiques concurremment avec le procédé naturel et engagea à cet effet des traités avec deux compagnies fermières.

RAPPORT DU CONSEIL GÉNÉRAL DES PONTS-ET-CHAUSSÉES

Mais pour l'exécution de ces deux traités, il fallait des expropriations; or le Conseil général des ponts et chaussées, consulté à cet égard par M. le Ministre des travaux publics, dont l'autorisation était nécessaire pour la déclaration d'utilité publique, déposa un rapport dont voici les conclusions principales :

« On ne doit imposer l'expropriation à la propriété privée que si les travaux projetés présentent des garanties sérieuses de succès.

« L'expérience tentée par la ville de Paris et d'autres cités étrangères montre l'incertitude de l'épuration en grand des eaux d'égout au moyen des procédés chimiques.

« Par ces diverses raisons le Conseil estime qu'il n'y a pas lieu de déclarer l'utilité publique des travaux à exécuter pour épuration par procédés chimiques. »

RAPPORT DE M. POULAIN

A la suite, en 1883, un nouveau rapport fut présenté au Conseil municipal par M. Poulain. Ce rapport, après un exposé historique de la question d'épuration des eaux d'égout à Reims, conclut à l'approbation d'un traité de la ville avec la *Société des Eaux-Vannes* pour l'épuration de la totalité de ses eaux d'égout par filtration sur le sol avec utilisation agricole.

La ville de Reims fournit à la compagnie fermière ses eaux d'égout et une surface de terrain largement suffisante pour l'épuration, mais

Digitized by Google

insuffisante pour une bonne utilisation ; elle laisse, par conséquent, à la société la faculté d'acquérir ou de louer d'autres terrains ou encore celle de distribuer des eaux aux cultivateurs des environs du domaine.

La surface de terrain acquise à ce sujet par la ville est de 150 hectares ; la quantité d'eau d'égout est en moyenne de 36,000 mètres cubes par jour, correspondant à une distribution journalière d'eau de près de 400 litres par habitant.

Sans entrer dans plus de détails, ce que nous voulons faire ressortir de tout cet exposé, c'est que l'administration municipale de Reims, après avoir reconnu la nécessité d'épurer ses eaux d'égout avant de les jeter dans la rivière, s'est décidée à les épurer par le procédé naturel, c'est-à-dire par filtration sur un sol cultivé et qu'elle ne s'est arrêtée définitivement à ce dernier procédé qu'après avoir été convaincue de sa supériorité et de son efficacité complète.

SITUATION ACTUELLE

TRAITÉ POUR L'ÉPURATION DES EAUX

A la suite du rapport de M. Poulain, l'administration municipale de Reims fit, en 1884, un nouveau projet de traité, avec la compagnie des Eaux-Vannes, pour l'épuration de la totalité des eaux d'égout. Ce projet de traité, par suite de nouvelles discussions et des formalités à remplir pour la déclaration d'utilité publique, ne fut définitivement approuvé par l'autorité préfectorale qu'au mois d'août 1887.

Le contrat passé entre la ville de Reims et la compagnie des Eaux-Vannes, pour une durée de 36 ans, contient notamment l'obligation pour la compagnie d'épurer la totalité des eaux d'égout, de fournir une partie des terrains nécessaires à l'épuration, d'installer à ses frais les machines élévatoires, les bassins de réception, les conduites de distribution et d'assainissement et d'exécuter les travaux d'aménagement du sol.

Les machines fixes, les canaux et travaux de toute nature établis par la compagnie sur les terrains de la ville doivent être constamment maintenus en bon état.

Ils restent de plein droit et sans indemnité la propriété de la ville à l'expiration du traité.

Digitized by Google

La ville de Reims, de son côté, paie à la compagnie une redevance de :

Cinq millimes par mètre cube d'eau d'égout fourni par le canal d'amenée inférieur et de quatre millimes par mètre cube pour les eaux qui seront fournies par le canal d'amenée supérieur, la totalité de la redevance ne devant pas dépasser dans tous les cas la somme de 60,000 francs.

Elle lui fournit en outre gratuitement, pendant la durée de la concession, une surface de terrain d'environ 150 hectares.

TRAVAUX

Amenée des eaux. — L'adduction des eaux d'égout aux champs d'irrigation se fait au moyen de deux grands aqueducs. L'un reçoit les eaux de la partie haute de la ville et aboutit à une chambre de réception d'où les eaux peuvent êtres dirigées et déversées sur les terrains situés au-dessous de la cote 78,50 ; le second aboutit à un bassin (1) de réception des machines élévatoires, dont le radier se trouve fixé à la côte 73,60.

Les machines élévatoires actionnent des pompes à piston plongeur avec clapets multiples verticaux. Ces pompes fonctionnent bien et présentent un rendement satisfaisant.

Distribution des eaux. — Les champs d'irrigation sont divisés en trois zones : la zone supérieure alimentée par l'aqueduc inférieur et les machines élévatoires ; la zone moyenne desservie par les eaux de l'aqueduc supérieur et, enfin, la zone inférieure recevant les eaux du trop-plein des aqueducs supérieur et inférieur.

Les eaux impures arrivent à la chambre de réception de l'aqueduc supérieur et de là se déversent dans deux chambres de répartition alimentant, la première, une conduite en béton de $1^{m}20$ de diamètre et, la seconde, une conduite de $0^{m}60$.

Deux chambres latérales de trop-plein permettent de recevoir les eaux lorsque le débit est trop considérable, notamment à la suite des pluies d'orage ou de forte neige. Ces eaux de trop-plein sont recueillies dans une conduite à ciel ouvert, avec radier en béton et sont utilisées sur les terrains de la zone inférieure.

(1) Il est à désirer que ce bassin, destiné à parer aux inégalités dans la venue des eaux, soit supprimé car il répand des odeurs infectes.

Digitized by Google

La conduite de 1m20, de l'aqueduc supérieur, se bifurque en deux conduites en béton, de 0m80 de diamètre, aboutissant à deux petits réservoirs d'extrémité. De ces réservoirs partent les conduites de distribution qui répartissent sur les terrains de la zone moyenne les eaux à épurer.

Les eaux de l'aqueduc inférieur, qui arrivent dans un grand bassin de réception de 2,500 mètres cubes, sont refoulées au moyen de machines élévatoires sur les terrains de la zone supérieure.

Enfin les eaux de l'aqueduc inférieur et les eaux de trop-plein de l'aqueduc supérieur alimentent les terrains de la zone basse, au moyen d'une conduite en béton de 0m80 de diamètre, en partie à ciel ouvert, en partie fermée.

Cent vingt prises d'eau ont été branchées sur les conduites principales et secondaires. La disposition de ces prises ainsi que celle des rigoles principales et secondaires est celle adoptée pour la plaine de Gennevilliers et que nous avons déjà décrite.

Les plantes se trouvent alignées sur une bande de terrain longue et étroite; elles ne reçoivent pas l'eau directement et ne se nourrissent que par leurs racines. Les planches en forme de billon ont une largeur variable de 0m90 à 1m20.

Les travaux de préparation des billons se font économiquement au moyen d'instruments agricoles spéciaux. Ces instruments, à traction de chevaux ou de bœufs, sont composés de billonneurs pour le creusement de la rigole ou de rouleaux de forme ovoïde pour sa régularisation.

Drainage des eaux épurées. — Les eaux, après leur épuration par le sol, sont recueillies par des canaux d'assainissement de 2m50 à 3m00 de profondeur, distants de 150 à 200 mètres environ. Ils suffisent à empêcher le relèvement de la nappe d'eau dans les terrains inférieurs et conduisent les eaux épurées dans la Vesle. En outre pour abaisser le plan d'eau, qui était trop élevé dans la zone inférieure, la compagnie des Eaux-Vannes s'est rendue acquéreur des deux moulins de Macé et de Compensé, le premier possédant une chute de 0m80 et le second une chute de 1m10.

La compagnie a également exécuté un large canal de dessèchement latéral à la Vesle et a transformé ainsi des marais absolument incultes en excellentes terres ou prairies, en donnant à ces

Digitized by Google

terrains, inondés la plus grande partie de l'année, une épaisseur filtrante suffisante.

Surfaces irriguées, cubes d'eau. — La ville de Reims a mis à la disposition de la compagnie 150 hectares de terrain destinés aux irrigations, ci . . . . . 150 h.

La compagnie, de son côté, a acheté le domaine de Baslieux, le château des Maretz et ses dépendances, ainsi que les terrains avoisinants jusqu'au hameau de Macé, le tout représentant une superficie de 400 hectares, dont 350 sont destinés à l'irrigation, soit . . . 350 h.

Le restant, non irrigable, est composé d'un parc, de deux étangs et des abords immédiats du château.

Au total. . . . . 500 h.

de terres parfaitement irrigables (1).

La compagnie possède en outre, répartis sur les propriétés irriguées, les trois grands corps de ferme de Baslieux, des Maretz et des Bergeries; les moulins de Macé et de Compensé sont également destinés à être transformés en métairies.

Le volume journalier des eaux d'égout de Reims est actuellement d'environ 36,600 mètres cubes pour une surface irrigable de 500 hectares dont 350 de terrains supérieurs pouvant recevoir 30,000 mètres cubes d'eau par hectare et par an, et 150 hectares de terrains bas dont l'irrigation se fera à la faible dose de 18 à 20,000 mètres cubes par hectare et par an.

Cultures, résultats. — Les irrigations ont pu se faire en toutes saisons, même pendant les plus grands froids de l'hiver.

Au point de vue de l'épuration les résultats sont des plus satisfaisants; l'eau épurée se rend dans les canaux de drainage, parfaitement limpide et ne présente à l'analyse que quelques traces d'azote à l'état organique.

L'efficacité des eaux d'égout pour la fertilisation du sol ne laisse également aucun doute; la végétation exceptionnelle présentée par les terrains irrigués, comparée à celle des terrains qui ne le sont pas encore, permet d'augurer favorablement de l'exploitation agricole.

Les terrains employés pour les irrigations sont généralement des

(1) En 1889, lors de la visite faite par le congrès international d'hygiène, il y avait déjà 300 hectares de terrain prêts à recevoir les irrigations.

Digitized by Google

terrains peu fertiles ; ils présentent, à la partie supérieure, un sol marno-argileux de 0m30 à 0m80 d'épaisseur et en-dessous un sol crayeux très perméable.

La culture prédominante appliquée aux terrains irriguée est, pour les zones supérieures, la culture maraîchère, plus productive que les autres et permettant une plus grande absorption d'eaux impures.

ÉTAT SANITAIRE ACTUEL

Depuis ces travaux, complétés par d'autres à l'intérieur de la ville, l'état sanitaire de Reims s'est grandement amélioré, surtout dans les quartiers populeux où il laissait le plus à désirer.

La société d'hygiène de Reims, présidée par M. le docteur Henrot, maire de la ville, a publié à cet égard des statistiques détaillées par quartier qui sont des plus intéressantes, des plus instructives et des plus utiles.

Dans chaque ville en effet, les maladies contagieuses peuvent être étudiées de près grâce à la statistique. M. le docteur Henrot expliquait récemment à l'Académie de médecine les services que l'étude démographique de sa ville a rendus à ses concitoyens. Il s'exprimait ainsi :

« Les travaux graphiques du bureau d'hygiène, qui retracent d'une façon si exacte et si minutieuse tout ce qui a trait à la démographie et au développement des maladies contagieuses et saisonnières, ont une très grande importance, car nous avons pu opérer de sérieuses réformes en mettant sous les yeux du conseil municipal quelques-uns de ces plans topographiques. C'est ainsi qu'il nous a suffi de montrer combien il était inadmissible que dans une même ville (Reims), le taux de la mortalité fût de plus de 54 pour 1,000 dans un quartier, alors qu'elle était de moins de 30 pour 1,000 dans un autre quartier, pour que les dépenses d'assainissement fussent immédiatement faites.

« Il y a quatre ans, en voyant sur ces plans une épidémie de fièvre typhoïde localisée dans une partie de la ville, insuffisamment canalisée, nous avons pu l'arrêter en faisant distribuer, dans des tonneaux d'arrosage, de grandes quantités d'eau potable. Depuis que l'eau des fontaines a remplacé l'eau des puits, trop souvent contaminée par des infiltrations provenant des fosses d'aisances, la fièvre typhoïde a complètement disparu. »

Digitized by Google

NANCY

Nancy est une belle ville située sur la rive gauche de la Meurthe et sur le canal de la Marne au Rhin ; elle se divise en deux parties : la vieille ville bâtie irrégulièrement, formée de rues assez mal percées, où sont de vieux monuments et la ville neuve dont les rues sont larges, régulières et où il existe de belles promenades.

Sa superficie totale est d'environ 1,400 hectares.

Sa population s'est accrue rapidement, surtout après 1871 ; à cette dernière époque on comptait environ 48,500 habitants ; aujourd'hui on en compte près de 70,000. Le nombre des maisons (près de 5,000 à ce jour) ne s'est pas accru dans la même proportion ; aussi la densité de la population a augmenté et se trouve être actuellement de 50 habitants par hectare ou de 15 par maison, chiffre encore bien inférieur à celui de beaucoup de grandes villes.

DISTRIBUTION D'EAU

La distribution d'eau, base de l'hygiène d'une ville, a laissé à désirer comme quantité jusqu'à ces dernières années.

Avant 1879 Nancy s'alimentait d'eau de source de bonne qualité provenant des distributions municipales et particulières, pouvant fournir en tout environ 50 litres par habitant. Cette distribution insuffisante était complétée à l'aide de l'eau des puits, d'une qualité généralement médiocre et mauvaise par suite des infiltrations du sous-sol.

En 1875 de grands travaux furent commencés pour amener et distribuer, dans tous les quartiers de la ville, de l'eau prise dans une galerie filtrante située sur la rive droite de la Moselle en amont de la ville. Aujourd'hui ces travaux sont terminés, ils permettent de fournir une eau abondante (350 litres par habitant) et de bonne qualité.

Les conduites qui sillonnent la ville, d'une longueur de 60 kilomètres pour le nouveau réseau et de 27 pour l'ancien, alimentent

Digitized by Google

ensemble environ 200 bornes-fontaines, 430 bouches d'arrosage ou d'incendie et 7 fontaines monumentales.

MAISONS, DÉPART DES IMMONDICES

Les 5,000 maisons de Nancy contiennent plus de 20,550 logements ; elles sont donc chacune à plusieurs étages et plusieurs logements. Ces logements sont loin de présenter toutes les conditions suffisantes de salubrité ; cependant on ne rencontre pas, même dans la vieille ville, de ces réduits tout à fait malsains qui ont motivé la loi du 13 avril 1850. La Commission des logements insalubres procède avec zèle à sa mission ; appelée sur place par les plaintes des particuliers elle indique, s'il y a lieu, les mesures à prendre et les travaux à faire ; généralement le propriétaire s'exécute de bonne volonté.

Relativement aux détritus de cuisine et de chaussée, le mode d'enlèvement est celui adopté dans la plupart des villes et ne peut devenir une cause d'insalubrité que par la négligence des habitants.

Chaque ménage est autorisé à déposer, dès le matin, tous ses résidus sur le bord de la chaussée ; chaque jour ces résidus, avec les produits du balayage des rues, sont enlevés par les soins d'un groupe de cultivateurs, auxquels la ville donne une subvention assez élevée pour se montrer exigeante au point de vue de la propreté.

Les eaux ménagères doivent être conduites à l'égout dans toutes les rues qui en sont pourvues ; nulle part il n'est permis de les déverser dans les caniveaux de la voie publique.

Dans un certain nombre de maisons il existe encore des puits perdus destinés à les recueillir ; si la disposition des lieux le permet, la Commission d'hygiène en prescrit la suppression.

Tous les tuyaux à eaux ménagères doivent être munis d'une fermeture hydraulique à leur origine ; la fermeture imposée de préférence est le siphon.

Les matières de vidange sont, au choix du propriétaire, conduites à l'égout ou reçues dans une fosse d'aisances étanche ; l'usage de l'entraînement à l'égout est le plus répandu et tend tous les

Digitized by Google

jours à s'accroître ; aujourd'hui il est adopté par plus des deux tiers des propriétaires.

Jusqu'en 1882 ce transport des matières avait lieu au moyen de canaux en maçonnerie parfois fermés, souvent ouverts à fleur du sol et la plupart du temps fort mal installés ; aussi en est-il résulté une cause d'insalubrité constatée particulièrement pendant l'épidémie de fièvre typhoïde qui eut lieu en 1881-1882.

L'administration municipale, ayant eu son attention appelée sur cette cause d'insalubrité, rendit d'abord un premier arrêté (20 janvier 1872) pour rendre obligatoire, dans toutes les rues pourvues d'égouts neufs, la communication de chaque immeuble avec ceux-ci, de façon à pouvoir y envoyer les eaux pluviales, les eaux ménagères et les matières de vidange. Le même arrêté prescrivit les dispositions obligatoires devant être observées dans la construction des branchements privés ; ces dispositions sont semblables à celles que nous avons déjà signalées pour d'autres villes, à l'exception que les évacuateurs, au lieu d'être établis en poterie ou tuyaux de fonte, le sont en maçonnerie de taille avec mortier de ciment.

Trois mois plus tard un nouvel arrêté compléta les prescriptions de détail des égouts privés, autorisa l'emploi des tuyaux en fonte goudronnée ou en béton, ordonna la suppression des fosses fixes et chargea le service de la voirie non seulement de présider à l'exécution de ces divers travaux, mais également de surveiller l'entretien des branchements privés, tant au droit de la rue que dans l'intérieur des maisons particulières.

En outre une escouade d'ouvriers a pour mission spéciale de visiter les canaux et d'opérer ou de faire opérer successivement dans chaque quartier d'abondants lavages.

Dans les maisons qui ne communiquent pas encore avec un égout on ne rencontre guère que la fosse fixe en maçonnerie ; les appareils perfectionnés, tels que fosses mobiles (système Goux et système Moule), tinettes filtrantes, sont pour ainsi dire inconnus, excepté dans de grands établissements ; ainsi le système Goux fonctionne avec avantage dans les casernes.

On voit cependant encore, dans quelques immeubles de peu de valeur, la fosse mobile primitive consistant en un simple tonneau placé sous un siège en bois.

Digitized by Google

ÉGOUTS MUNICIPAUX

Avant 1853 le réseau d'égouts de Nancy était très incomplet, très insuffisant et présentait de nombreux spécimens mal établis à tous points de vue ; enfin les eaux impures étaient rejetées dans la rivière au milieu même de la ville.

De nombreuses améliorations furent apportées de 1853 à 1873 ; mais c'est surtout à partir de cette époque jusqu'en 1881 que furent entrepris de grands travaux et que fut créé un réseau rationnel d'égouts.

Tous les égouts neufs sont accessibles, de forme ovoïde et présentent un radier concave avec une pente d'autant plus grande qu'ils sont de plus petite section ; les pentes admises varient de $0^{m}00075$ à $0^{m}01$ par mètre. Leur longueur totale, y compris les anciens, dépasse 38 kilomètres ; il reste encore un développement de 6 kilomètres de rues ou portions de rue sans canalisation.

Tous les égouts communiquent librement les uns avec les autres et ils ne sont pas aérés : disposition fâcheuse bien qu'elle n'ait, paraît-il, donné lieu à aucun accident jusqu'à ce jour.

Les bouches sont munies de réservoirs destinés à retenir les détritus solides et sont isolées de l'égout par un coupe-air ; les regards destinés au curage sont fermés par un tampon de fonte sans ouverture.

Dans certains égouts à faible pente et où des dépôts tendent à se produire, on pratique des chasses abondantes à l'aide d'eau de la rivière. La journée on use, à divers usages domestiques et de voirie, en moyenne 13,000 mètres cubes d'eau; il reste donc disponibles par jour 8,000 mètres cubes qu'on lâche en deux fois, matin et soir, pour les chasses.

Toutes les eaux impures des égouts sont recueillies par un collecteur qui les emmène hors de la ville.

La question d'assainissement extérieur est, croyons-nous, à l'étude.

ÉTAT SANITAIRE ACTUEL

La vie moyenne, qui était, à Nancy en 1853, de 33 ans 7 mois,

Digitized by Google

inférieure à la moyenne générale de la France (37 ans environ) et de la plupart des villes voisines, est remontée à 38 ans, 11 mois. La mortalité qui était pour 1,000 habitants, de 1851 à 1861 de 30,11, de 1861 à 1871 de 29,13, s'est abaissée à 26,43 de 1871 à 1881.

L'épidémie de 1881-1882 a démontré la supériorité sanitaire des quartiers où l'on pratique la vidange à l'égout, en faisant des victimes particulièrement dans ceux ayant conservé la fosse fixe et ne possédant pas d'égouts ou n'en possédant que de mal installés.

Digitized by Google

TOULON

Toulon est construit sur le bord de la Méditerranée, au fond d'une baie dont une presqu'île ferme presque l'enceinte et au pied du mont Pharon.

Sa population est d'environ 60,000 âmes sans compter la garnison qui est de 8,000 hommes environ.

Son climat est sec et tempéré, le pays n'est soumis à aucune influence paludéenne, l'eau distribuée est de bonne qualité et cependant l'insalubrité de la ville est un fait malheureusement trop notoire.

Les diverses épidémies de choléra qui y ont sévi ont fait de nombreuses victimes ; la mortalité d'ensemble pour la population civile a, dans les cinq années de 1879 à 1884 inclus, atteint le chiffre élevé de 33,8 pour 1,000 et la mortalité typhoïde de 1 pour 1,000. en ne tenant pas compte de l'année 1884 qui a été exceptionnelle en raison du choléra. La même statistique, appliquée à toute la garnison de 1873 à 1884, montre que la mortalité d'ensemble a été, pendant les années en question, de 20,20 pour 1,000 et la mortalité typhoïde de 8,80 pour 1,000.

Le relevé des décès des marins et des militaires a permis de constater que les jeunes soldats qui arrivent au corps étaient frappés de la fièvre typhoïde dans la proportion de 20 0/00 dont 4,4 0/00 d'une façon mortelle.

Le chiffre des cas typhoïques dans l'armée, pour la France entière, n'étant que de 3,30 pour 1,000, il en résulte pour Toulon une situation six fois plus désavantageuse que la moyenne.

Le chiffre de mortalité générale des troupes de Toulon doit d'autant plus frapper qu'il se rapporte à une catégorie d'hommes qui ont subi, depuis peu de temps, la sélection des conseils de révision tandis que la mortalité de la population civile comprend un grand nombre d'enfants et de vieillards.

M. Galliot, médecin de la marine, a mis en lumière ce fait que la

Digitized by Google

fièvre typhoïde frappe de préférence les personnes civiles ou militaires nouvellement arrivées dans la ville. Il a montré que les états légèrement typhoïdes, souvent spécifiés sous le nom d'état muqueux et qui touchent particulièrement les enfants, vaccinent, pour ainsi dire, la population toulonnaise.

CAUSES D'INSALUBRITÉ

Les causes d'insalubrité de Toulon sont nombreuses, voici les principales :

1° La ville étant munie de remparts depuis plusieurs siècles, la population intra-muros se trouve aujourd'hui très condensée; les rues sont étroites, bordées de maisons de 5 à 6 étages et manquent d'aération. Beaucoup de maisons sont insalubres par elles-mêmes; leur surface moyenne, particulièrement dans le vieux Toulon, ne dépasse pas 50 mètres carrés, y compris les murs, ce qui offre trop peu de place à des ménages composés en général de 3 à 4 personnes et quelquefois plus;

2° L'eau distribuée n'arrive pas sous pression suffisante de façon à pouvoir desservir tous les étages, ce qui empêche les habitants de ceux-ci d'en employer la quantité qu'il faudrait pour assurer la propreté de leur logement ;

3° L'infection du sous-sol par les déjections et eaux sales de toute nature recueillies dans des fosses non étanches ou dans des puits perdus ou simplement jetées au caniveau de la rue après avoir été conservées de longues heures dans l'habitation;

4° Enfin la corruption des eaux de la Vieille-Darse (1) et des fossés de la Place du côté de l'est, qui reçoivent presque toutes les eaux vannes de plus de 3,000 maisons qui jettent encore au ruisseau.

Cette situation sanitaire, des plus déplorables, nuit considérablement à la prospérité de Toulon. Il fallut cependant l'épidémie de choléra de 1884 pour décider la municipalité à faire étudier un projet d'assainissement pour la ville et elle en chargea M. Dyrion, ingénieur des ponts et chaussées.

Cet ingénieur dressa un avant-projet qui fut approuvé par une

(1) Un des bassins du port affecté aux navires marchands.

Digitized by Google

commission extra-municipale dont faisaient partie, entre autres, MM. Brouardel et A. Durand-Claye.

MESURES D'ENSEMBLE
PROPOSÉES PAR M. DYRION

Suivant M. Dyrion, afin de remédier à l'insalubrité de Toulon, il conviendrait :

En premier lieu, de drainer les eaux impures, par une canalisation souterraine, sur toute la surface de la ville et des faubourgs ;

En second lieu, d'exécuter quelques trouées, faisant disparaître les impasses et les maisons les plus insalubres, en donnant de l'air aux quartiers qui en sont actuellement privés.

En troisième lieu, de détruire les causes d'infection produites par les grandes masses d'eau impures qui entourent la ville, en comblant les unes et en draguant les autres,

Enfin de faciliter, aux alentours de la ville, la construction de nouveaux quartiers situés dans de bonnes conditions hygiéniques.

Nous ne nous occuperons que du projet de drainage des eaux impures, dressé par M. Dyrion, projet très bien étudié et pour la confection duquel cet ingénieur a adopté les principes qui prévalent en Angleterre.

PROJET DE DRAINAGE DES EAUX IMPURES
DRESSÉ PAR M. DYRION

Disons tout d'abord que, pendant le cours des études de M. Dyrion, la ville concluait, avec la compagnie générale des eaux, un traité assurant une fourniture d'eau de source de bonne qualité à raison de 250 litres par habitant et par jour et amenée sous forte pression de façon à desservir tous les quartiers et tous les étages. Aujourd'hui les travaux sont terminés, au moins en ce qui concerne les services de la ville.

ASSAINISSEMENT DE LA MAISON

Conformément à l'avis unanime émis par la commission extra-

Digitized by Google

municipale dont MM. Brouardel et Durand-Claye faisaient partie, M. Dyrion fit reposer l'assainissement de la maison sur le principe de l'évacuation immédiate de la matière usée, quelle qu'elle soit : eau de toilette, eau de bain, eau de cuisine, matières de vidange, principe admis aujourd'hui par tous les hygiénistes et tous les savants ; nous avons déjà traité ce sujet avec tous les détails qu'il comporte.

Comme il faudra, à Toulon, un certain temps pour que tous les propriétaires relient leurs immeubles à la canalisation publique, afin d'éviter des interruptions incessantes dans la circulation des rues, M. Dyrion proposa à la ville de faire elle-même, au fur et à mesure de la construction des égoux municipaux, les branchements privés jusqu'au droit des façades et d'établir, sous les trottoirs, un regard d'inspection à chaque jonction avec les maisons. M. Dyrion proposa également, particulièrement pour les maisons à surfaces si restreintes du vieux Toulon dans lesquelles il sera souvent difficile d'établir des water-closets, l'emploi, à l'exemple des maisons anglaises, de vidoirs en grès vernissés avec siphons et réservoirs de chasse-d'eau, lesquels devront être établis sur la façade postérieure à tous les étages, si possible et, en cas d'impossibilité, au moins au rez-de-chaussée de chaque maison.

ÉGOUTS MUNICIPAUX

DISPOSITIONS GÉNÉRALES — SYSTÈMES D'ÉGOUT

Voici, à ce sujet, comment M. Dyrion s'exprime dans son rapport :

« Les systèmes d'égout que l'on peut adopter dans une ville sont : le système combiné qui admet dans la canalisation les eaux pluviales avec les eaux sales et le système séparé qui exclut les eaux pluviales.

« Nous ferons remarquer que, dans le Midi, les pluies sont rares et tombent en général par fortes averses au printemps et en automne.

« Les pluies de 0m03 à 0m04 par heure ne sont pas extraordinaires et on en voit quelquefois de plus fortes. Les égouts destinés à recevoir les eaux pluviales doivent avoir des sections considé-

Digitized by Google

rables qui ne sont pas en rapport avec le faible débit des eaux ménagères et fécales. Il est à craindre qu'en été, où il ne pleut pas, ces dernières n'y aient un écoulement mal assuré et ne donnent lieu à des émanations malsaines.

« La grande quantité d'air renfermé dans des égouts à grande section, soumis aux variations brusques de température et de pression atmosphérique, devient alors une cause d'infection pour la voie publique et même pour les habitations desservies par l'égout.

« En ce qui concerne particulièrement Toulon, il convient de remarquer que les fortes pluies y coïncident en général avec les vents d'Est, qui gonflent les eaux de la rade au point d'envahir les quais et d'empêcher les égouts débouchant dans le port de fonctionner.

« L'impossibilité de débarrasser le bas de la ville des eaux pluviales, en raison de l'obstruction des égouts pendant les orages, nous a conduit à renoncer au système combiné et à n'admettre dans la canalisation que l'eau de quelques toitures comme moyen de nettoyage.

« Dans ces conditions les diamètres des drains peuvent être déterminés exactement, en tenant compte du cube d'eau dont on dispose par tête d'habitant, de façon à ce qu'ils coulent à moitié pleins avec une vitesse de 0^m75 environ par seconde, suffisante pour assurer le nettoyage.

« L'eau, dans son mouvement, entraînera le peu d'air qu'ils renfermeront et on évitera ainsi les exhalaisons qui se dégagent souvent des grands égouts (1).

« Quant aux eaux pluviales des quartiers hauts qui, en temps d'orage, viennent inonder le bas de la ville, il sera facile de s'en débarrasser en construisant, comme cela est projeté depuis longtemps, un égout sous le boulevard de Strasbourg qui ira déboucher, avec une forte pente de 0^m009 environ par mètre, dans le fossé des fortifications, du côté de la Porte-Nationale.

« Les eaux de la partie basse de la ville s'écouleront, comme

(1) Nous avons vu que les exhalaisons ne sont point à craindre avec un égout visitable lorsque : 1° son radier est établi d'une façon convenable, 2° que la projection des matières solides y est prohibée de façon à éviter tout dépôt et, enfin, 3° lorsque la vitesse d'écoulement de l'eau dépasse 0^m65.

Digitized by Google

aujourd'hui, dans la vieille Darse qui présente un développement de quai de 490 mètres ; il suffira d'y ménager des rigoles à ciel ouvert pour permettre aux eaux pluviales de s'y rendre lorsque la mer se sera retirée.

« En somme le système qu'il convient d'adopter à Toulon doit consister dans un réseau d'égouts ou drains ne recevant, avec les eaux salies, fécales et ménagères, que les eaux de quelques toitures pour y créer des chasses énergiques les jours de pluie.

« Les eaux pluviales de la partie haute de la ville devront être dérivées, par un égout construit sous le boulevard de Strasbourg, dans le fossé des fortifications.

« Les égouts, débarrassés des eaux des chaussées, ne recevront ni sable, ni gravier ; l'écoulement s'y fera dans de bonnes conditions. Les pompes d'épuisement seront moins sujettes à se détériorer. Leur débit dépendant uniquement, en temps normal, du volume d'eau distribué par tête d'habitant et, les jours de pluie, du volume total que pourront fournir les drains, permettra de calculer les machines suivant des données certaines.

DIRECTION DU REFOULEMENT DES EAUX

« Les eaux salies devront être envoyées soit à la mer soit sur des terrains à irriguer, si elles sont demandées par l'agriculture. Il faut se préoccuper, avant tout, de la direction où elles devront être refoulées, car c'est de cette direction que dépendra l'emplacement de la station des pompes et la conformation du réseau.

« Il convient de les diriger sur un point où elles ne puissent avoir aucune influence fâcheuse sur la santé publique.

« L'irrigation rend, il est vrai, ces eaux inoffensives ; mais il y a une saison d'hiver où l'on n'irrigue guère dans le Midi et, en outre, on n'est pas certain de trouver immédiatement une surface de terrain suffisante pour les employer toutes.

« Le volume d'eau normal à évacuer, de 10,000 mètres cubes par jour, comme on le verra plus loin, exigera, pour une bonne utilisation agricole et une innocuité complète, une surface disponible de 300 hectares, à la dose de 12,000 mètres cubes par hectare que l'on ne peut guère songer à dépasser sous un climat comme celui de Toulon.

Digitized by Google

« La propriété étant très morcelée aux abords de la ville il faudra, pour trouver une grande superficie à exploiter commodément, diriger les eaux du côté de La Garde, de Saint-Nazaire ou des Sablettes. »

Après avoir montré les inconvénients que présentent les deux premiers emplacements indiqués, M. Dyrion conclut ainsi en faveur du dernier :

« Une solution plus satisfaisante, qui ne soulèverait que peu de réclamations, attendu que les eaux déboucheraient en un point de la côte à peu près désert, consisterait à envoyer les eaux sous le versant est de Sicié, au sud des Sablettes.

« La distance de Toulon au débouché de la conduite serait de 14 kilomètres 5 environ. On y arriverait en faisant le tour de la rade, sans élévation de niveau sensible et les eaux vannes, une fois en dehors des Sablettes, entraînées par les courants marins, ne pourraient plus revenir dans le voisinage de Toulon et éviteraient toute autre localité.

« Les eaux qui ne seraient pas utilisées par l'agriculture seraient refoulées à la mer; mais rien n'empêchera d'en donner sur le parcours et particulièrement aux terrains situés sur le versant est de Sicié qui sont parfaitement disposés pour les recevoir.

« Il suffira, à cet effet, de placer une vanne d'arrêt sur la conduite de refoulement et de disposer les pompes de refoulement en conséquence.

« En résumé la situation topographique de Toulon oblige, pour éviter le retour des eaux vannes dans la rade, de refouler les eaux à 14 kilomètres 5 du centre de la ville par une conduite, sensiblement de niveau, aboutissant au sud de l'isthme des Sablettes du côté de la batterie de Fabrégas.

« Les eaux pourront à volonté être utilisées par l'agriculture et il suffira pour cela de les refouler à la hauteur voulue, en plaçant une vanne à l'extrémité de la conduite de refoulement et en disposant en conséquence les pompes et les machines de refoulement. »

M. Dyrion examine ensuite en quel lieu il convient de choisir l'emplacement de la station des pompes de refoulement et, après discussion, il conclut qu'il y a avantage et économie à les établir à

Digitized by Google

l'ouest de la ville, en un point situé en arrière du port de la Rhode.

COLLECTEURS ET ÉGOUTS

Revenons maintenant aux égouts.

M. Dyrion, dans son projet, adopte deux collecteurs principaux et un certain nombre de collecteurs secondaires qu'il a tracés de façon à partager la ville en sections de 5 à 6,000 habitants, de telle sorte que ces collecteurs, avec leur pente qui sera toujours supérieure à $0^{m}003$, puissent débiter un volume d'eau (double de celui qui y arrivera) de 20 à 25 litres par seconde, sans qu'il soit nécessaire d'augmenter leur diamètre au-dessus de $0^{m}25$.

On réaliserait par ce fait (déclare M. Dyrion) une certaine économie dans la construction, attendu que le diamètre minimum que l'on adopterait dans les rues serait de $0^{m}20$.

QUANTITÉ D'EAU DÉBITÉE PAR LES ÉGOUTS

« Le débit total des eaux dont dispose actuellement la ville est de 170 litres par seconde, soit 14,000 mètres cubes par jour, correspondant à 200 litres par habitant pour une population de 70,000 âmes (Recensement de 1883)...

« Il est peu probable qu'on dépasse ce chiffre avant un avenir assez reculé.

« Il convient de remarquer que le recensement de la ville comprend une partie des marins qui vivent à bord et plus de 10,000 habitants disséminés dans la campagne qui ne seront pas desservis par la canalisation. »

M. Dyrion a proportionné le débit des collecteurs à la population desservie.

Le débit a été calculé pour une population de 75,000 habitants avec une majoration de 0,70 à 0,86 permettant, par le fait, un accroissement de population de 0,80.

Le volume total des eaux qui pourront, en temps de pluie, arriver à la station des pompes sera voisin de 300 litres par seconde.

Digitized by Google

CALCUL DES CANALISATIONS

«Les tuyaux des canalisations ont été calculés de manière à couler demi-pleins avec le débit normal. Le volume des eaux salies (ménagères et fécales) n'étant qu'une fraction du débit normal, il en résulte que ces eaux pourront doubler à certaines heures de la journée sans que les conduites coulent pleines.

« Les drains ne communiquent pas avec les chaussées des rues et les regards de visite ont été disposés de façon que les détritus de la voie publique ne puissent y tomber. Ils ne recevront, dans ces conditions, ni sable ni gravier qui sont en général le grand obstacle à l'écoulement de l'eau, en raison de leur pesanteur spécifique. »

Ici M. Dyrion entre, relativement au calcul des canalisations, dans des détails techniques ne présentant rien de particulier et conclut ainsi ce chapitre :

« En résumé les vitesses de 0^m75, calculées par les tables de Darcy, seront d'autant plus suffisantes pour nettoyer des canalisations ne recevant ni sable ni gravier des chaussées, que l'on a prévu des chasses énergiques qui, à un moment donné, emporteront avec elles les dépôts qui auraient pu se produire dans les conduites.

« Les collecteurs principaux auront des sections variant de 0^m20 à 0^m625 pour le Pont-du-Las et la ville et de 0^m20 à 0^m35 pour le Mourillon.

« Les collecteurs secondaires auront tous des diamètres variant de 0^m20 à 0^m25. Les canalisations des rues auront un diamètre de 0^m20.

« Ces diamètres seront suffisants pour éviter toute obstruction, en raison des dimensions qui seront adoptées pour les tuyaux de chute des maisons et les jonctions de ces tuyaux à l'égout.

« La profondeur à laquelle seront placés les collecteurs en arrivant à la station des pompes n'est pas de nature à créer des difficultés sérieuses pour l'exécution des travaux.

« La vitesse de 0^m75 permettra aux immondices jetées à l'extrémité d'un réseau quelconque d'arriver à la station des pompes au bout d'une heure et aux Sablettes sept heures après. »

M. Dyrion entre ensuite dans de longs détails sur la *disposition*

Digitized by Google

générale de la canalisation, sur les moyens d'assurer l'écoulement des matières et sur la nature des matériaux qu'il conviendra d'employer. Sans condamner absolument l'emploi du ciment ou de la poterie, qui pourront être économiquement utilisés sur certains points, il se prononce pour l'emploi de la fonte, surtout dans les parties basses de la ville (1).

REGARDS DE JONCTION DES CANALISATIONS

« Les canalisations seront formées de tronçons posés en ligne droite reliés, à chaque changement de direction ou de pente, par un regard du type adopté à Berlin, dont le fond sera disposé de manière à ce que l'eau y arrive sans chute brusque et à éviter ainsi l'engouffrement de l'air qui pourrait en sortir chargé de mauvaises exhalaisons.

« La partie supérieure de ces regards, terminée par un tronc de cône surmonté d'un cylindre, sera recouverte par une plaque en fonte. Cette plaque sera percée d'ouvertures pour le passage de l'air. On descendra dans les regards par des échelons en fonte. Le nombre total de ces regards est de 650 pour une longueur de canalisation de 45,119 m. 15, correspondant à un écartement moyen de 70 mètres.

RÉSERVOIRS DE CHASSE

« On a vu plus haut qu'il était nécessaire d'établir en tête de chaque canalisation un réservoir de chasse d'un volume proportionné au diamètre des conduites, afin d'assurer l'entraînement des matières qui auraient pu s'y déposer.

« En admettant que ces chasses se fassent avec une vitesse de 1 mètre par seconde, il faudra, dans des conduites de $0^{m}25$, donner 50 litres par seconde soit, en 2 minutes, 5 mètres cubes environ.

« On a placé des chambres de chasse de cette capacité à l'origine de tous les collecteurs de la ville et des faubourgs. Elles sont munies, à la partie supérieure, d'une cheminée recouverte d'une plaque

(1) Nous avons dit précédemment que, suivant les hygiénistes anglais, les poteries en grès vernissé sont préférables aux conduites en fonte brute.

Digitized by Google

en fonte semblable à celle des regards et des échelons, posés contre le parement vertical, permettent d'y descendre.

« En plus des réservoirs de chasse placés en tête des collecteurs, on en a placé de semblables au droit des sept fontaines publiques monumentales qui doivent être alimentées par la Compagnie des eaux.

« La Compagnie des eaux devant, en outre, fournir 250 mètres cubes d'eau par jour à dix lavoirs publics, il conviendra de disposer ces lavoirs de manière que leurs eaux, après avoir servi au lavage, soient utilisées pour les chasses. Chaque lavoir pourra donner une chasse de 10 mètres cubes toutes les heures.

« Les eaux de chasse des chambres placées à l'origine des collecteurs, au droit des fontaines et des lavoirs publics assureront largement le nettoyage des canalisations.

« En outre on a placé de petits réservoirs de chasse de 500 litres à l'origine de chaque canalisation des rues et impasses qui ne peuvent être mises en communication avec les collecteurs. Ces petits réservoirs seront alimentés par les eaux perdues des fontaines publiques.

« Les eaux de chasse des fontaines publiques monumentales, des lavoirs et des fontaines intermittentes seront fournies par les 3,700 mètres cubes que la Compagnie fournit gratuitement à la ville pour ses services publics.

« Quant aux eaux des réservoirs prévus à l'origine des collecteurs, elles seront fournies par les 3,500 mètres cubes que la Compagnie des eaux s'est engagée à livrer, en outre des 3,700 dont il vient d'être question, pour le nettoyage des ruisseaux de la ville.

« Outre les chasses dont il vient d'être parlé, des dispositions ont été prises pour en faire avec les eaux des toitures les jours de pluie.

« A cet effet les toitures d'un certain nombre de maisons seront reliées directement à l'égout par des tuyaux de descente qui serviront, en temps ordinaire, de tuyaux d'aération pour la canalisation.

ÉGOUT SOUS LE BOULEVARD DE STRASBOURG

« On devra construire un égout d'eaux pluviales sous le boule-

Digitized by Google

vard de Strasbourg, afin de recueillir les eaux de la partie haute de la ville et de les déverser dans le fossé des fortifications, du côté de la porte Nationale.

« Cet égout ne recevant ni eaux ménagères ni matières fécales, son débouché dans le fossé de la place ne présentera pas d'inconvénient et dans le cas où les eaux entraîneraient avec elles quelques dépôts il sera facile de les enlever.

« Le boulevard de Strasbourg a une pente sensiblement uniforme, entre la porte Notre-Dame et la porte Nationale, de 0m009 par mètre; un égout pourra y être construit dans des conditions économiques, en raison de cette pente et de la nature du sol qui est très résistant.

UTILISATION AGRICOLE

« Les chimistes trouvent à l'engrais humain une valeur moyenne de 25 francs par individu et par an.

« Cette valeur a été trouvée presque entièrement dans les eaux d'égout, par les analyses qui ont été faites dans divers pays; elle dépend cependant de la manière de vivre des individus et de leur industrie.

« Toutefois les Anglais ne comptent, en pratique, que sur la moitié de cette valeur et disent qu'en agriculture le sewage ou eaux salies de 100,000 personnes vaut annuellement 1,250,000 francs.

« Celui d'une ville comme Toulon, où il y a une forte population militaire et maritime et où aucune industrie ne vient diminuer sa valeur, doit donc valoir 600,000 francs environ. La matière qui représente cette somme est actuellement non seulement perdue, mais est une cause d'infection pour la ville et le port qui est le réceptacle de ses vidanges.

« Le volume total à distribuer étant de 10,000 mètres cubes, pour une population desservie de 50,000 habitants, il en résulte que, lorsque toutes les maisons seront reliées à la canalisation, il conviendra de donner à chaque hectare 20 mètres cubes par jour, soit 8,000 mètres cubes par an, correspondant à 100 habitants. Cette faible quantité de sewage sera facilement absorbée, son épuration sera complète et elle ne présentera pas d'inconvénient, en raison de sa

Digitized by Google

dilution et de la faculté qu'on aura de l'employer ou non, suivant les saisons.

« En ce qui concerne la dilution du sewage, il convient de remarquer que le produit journalier d'une population de 50,000 habitants reliés aux canalisations, sera de 50 mètres cubes, à raison de 1 litre en moyenne par personne, et que ces 50 mètres cubes, dont 5 de matières plus ou moins solides, seront noyés dans 10,000 mètres cubes d'eau.

« On aura, en somme, 9/10 de litre d'urine mélangés à 1/10 de litre de matières alvines, le tout noyé dans 200 litres d'eau.

« Les détritus et les matières solides étant arrêtés par les grilles de la chambre d'épuration le sewage, passant, avant son refoulement, par les pompes et leurs clapets, arrivera aux champs d'irrigation complètement débarrassé des matières en suspension d'un certain volume.

« Ce liquide pourra être employé, suivant les procédés usités de l'immersion ou de l'irrigation, par rigoles.

« L'arrosage par submersion, le seul que l'on puisse appliquer lorsqu'on est obligé de se débarrasser par filtration de grandes quantités d'eau, ne sera pas obligatoire à Toulon, en raison de la dose donnée à l'hectare, 8,000 mètres cubes par an environ.

« A raison de 20 mètres cubes de sewage par hectare et par jour, on pourra irriguer 500 hectares placés à une cote inférieure à 30, dans un rayon de 14 kilomètres de la ville.

« La valeur de l'eau pure est considérable dans le Midi. Les eaux continues qui seront distribuées dans les campagnes seront vendues par la Compagnie à un prix de 165 francs pour 5 mètres cubes par jour, faisant ressortir le mètre cube à 35 francs. En en prenant 20 mètres cubes par jour, on pourra peut-être traiter de gré à gré au prix de 30 francs le mètre cube journalier, faisant ressortir le mètre cube d'eau à 0 fr. 08.

« Le sewage, débarrassé de tous les détritus, tels que bouchons, papiers, etc., pouvant être donné à volonté, a une valeur agricole certainement plus considérable que l'eau pure.

« Cette valeur, établie d'après les rendements constatés et d'après les quantités d'azote qu'il renferme, est (de Freycinet) de 0 fr. 125 le mètre cube en moyenne.

« Quoi qu'il en soit, la terre ayant besoin de certaines prépara-

Digitized by Google

tions, il conviendra, pour faciliter la vente, de céder le sewage, au début, à un prix qui fasse simplement rentrer la ville dans les dépenses supplémentaires qui lui seront imposées par l'exploitation.

« Une fois la valeur du sewage reconnue, la ville pourra élever le prix des concessions ultérieures.

« Un prix de 0 fr. 03 par mètre cube correspondant à 220 francs par hectare irrigué, parfaitement acceptable pour les propriétaires, semble devoir être suffisant dans l'espèce.

« Le travail de refoulement d'un litre par seconde, soit de 86 mètres cubes par jour, à 37m5 de hauteur supplémentaire correspond à 1/2 cheval, soit à une dépense de 1 fr. 44 de charbon par jour, à raison de 40 francs la tonne.

« Cette dépense fait ressortir le mètre cube à 0 fr. 016.

« En doublant ce chiffre pour tenir compte des faux-frais, on arrive sensiblement au prix de 0 fr. 03 indiqué plus haut.

« Ce chiffre de 0 fr. 03 le mètre cube, appliqué à 10,000 mètres cubes, donne une recette journalière de 300 francs et annuelle de 109,000 francs environ.

« Le prix de 220 francs, payé pour la quantité d'eau nécessaire à l'hectare, n'a rien d'exagéré si l'on tient compte de la plus-value que donnera à ces terrains une eau chargée de 0m005 d'azote environ, comme le sera le sewage de Toulon.

« Les effets de l'irrigation sur les terres sont trop connus et appréciés dans le Midi pour qu'il soit nécessaire de s'y arrêter davantage.

« Il n'est pas douteux qu'au prix indiqué plus haut, un grand nombre de propriétaires ne demandent l'eau et qu'avant peu d'années, il n'y en ait plus qu'une partie insignifiante qui soit envoyée à la mer. L'expérience ayant prouvé que les eaux de sewage, pour être convenablement exploitées, doivent être employées sur de grandes surfaces à la fois, il ne faudra pas trop fractionner cette eau et limiter à un minimum de 50 à 100 mètres cubes par jour les concessions à donner. Les propriétaires n'auront qu'à se syndiquer pour pouvoir employer cette quantité d'eau.

« En somme, il y a lieu d'encourager l'utilisation agricole des eaux-vannes et, dans ce but, de livrer le mètre cube d'eau à raison

Digitized by Google

de 0 fr. 03 pendant un certain nombre d'années, quitte à augmenter le tarif ultérieurement.

« L'irrigation des terres, à la dose de 20 mètres cubes d'eau par jour et par hectare, ne présentera aucun inconvénient en raison de la dilution des eaux salies (50 mètres cubes d'eaux fécales dans 10,000 mètres cubes d'eau) et assurera une épuration complète ainsi qu'une bonne utilisation agricole.

Digitized by Google

PARIS

HISTORIQUE

Depuis la construction des collecteurs, les mille ruisseaux qui versaient en détail dans la Seine les eaux impures de Paris ayant été remplacés par une véritable rivière débitant 3 mètres cubes à la seconde, la pollution du fleuve par les eaux d'égout, peu apparente quand elle s'effectuait progressivement de Bercy à Auteuil, a frappé tous les yeux du jour où elle est devenue presque instantanée et où l'on a pu saisir le contraste entre les eaux vertes de la Seine en amont du collecteur de Clichy et les eaux noires en aval.

Aussi l'infection de la Seine a été officiellement reconnue par des commissions administratives, par le Conseil d'hygiène et de salubrité, par le Conseil général des ponts et chaussées.

Ces commissions et ces conseils ont déclaré que la ville de Paris était tenue de supprimer les causes d'infection dans le plus bref délai et que le meilleur moyen d'obtenir ce résultat était d'épurer et d'utiliser les eaux d'égout par leur filtration à travers la terre végétale.

Voici, d'ailleurs, comment M. de Freycinet, chargé par le gouvernement français d'étudier cette question importante en Angleterre, lors des grands travaux exécutés par la ville de Londres, concluait dans son remarquable mémoire adressé au Ministre des travaux publics.

Les principes qui doivent présider à l'examen de toute question de ce genre sont les suivants :

« L'eau d'égout doit être employée à l'état naturel, c'est-à-dire telle qu'elle sort des villes, sans traitement ni préparation d'aucune sorte.

« Elle convient d'autant mieux aux usages agricoles qu'elle reçoit une plus grande portion des résidus de la ville et notamment les matières fécales.

« Le mode d'emploi le plus avantageux consiste dans l'arrosage

Digitized by Google

des prairies, soit naturelles, soit artificielles. Cet arrosage doit se faire de la manière ordinaire, c'est-à-dire au moyen de fossés et de rigoles découvertes et non au jet et à la lance.

« Le sol doit être aussi perméable que possible et offrir toute facilité à l'écoulement des eaux; les terrains légers et drainés réalisent, sous ce rapport, les meilleures conditions. »

D'un autre côté M. Mille, ingénieur en chef des ponts et chaussées, chargé par l'administration de la ville de Paris d'étudier aussi le drainage à Londres et l'utilisation des eaux d'égout en Angleterre, résumait ainsi les conclusions de son rapport :

« Pouvons-nous donc hésiter, à Paris, à distribuer les eaux d'égout à la campagne? Je ne le crois pas; ce qui va réussir à Londres réussira encore mieux sous notre climat tempéré.

« L'irrigation par l'eau d'égout représente à la fois arrosage et fumure, ces deux éléments de culture prospère.

« Le jardinier, pendant les cent jours de sécheresse, travaillera sans arrosoir et probablement sans fumier, car il aura à sa disposition une eau plus riche que celle des Marcites de Milan; pendant le reste de l'année, pendant les deux cents jours d'humidité, le flot coulera sur des grèves perméables pour les colmater; qu'on ne redoute pas l'infection, elle ne vient pas si l'eau filtre en courant, si l'herbe se développe avec les premières tiédeurs du printemps.

« En même temps un autre progrès passera dans les habitudes, c'est le libre écoulement à l'égout de toutes les eaux domestiques, y compris les vidanges, etc. »

La ville de Paris n'avait pas attendu la mise en demeure, dont il a été parlé plus haut, pour étudier la question d'épuration des eaux d'égout; dès 1865 une commission municipale avait été nommée à cet effet. Cette commission, malgré la netteté des conclusions des rapports de MM. de Freycinet et Mille, se divisa et résolut d'étudier, en comparaison ou mieux comme complément à l'irrigation, le procédé de défécation au sulfate d'alumine, proposé par M. Le Chatelier, ingénieur en chef des mines, et dont nous avons déjà donné la description.

ÉTUDE DES EAUX D'ÉGOUT DE PARIS

On commença par organiser une étude suivie de tous les élé-

Digitized by Google

ments : débit, variation de débit, composition chimique et température des eaux d'égout.

Le débit offre des variations journalières, commandées par le mode de distribution de l'eau pour le lavage des rues et pour la consommation domestique. La courbe de débit monte, en général, de six heures du matin à midi, reste à peu près à la même hauteur jusqu'à six heures du soir, redescend jusqu'à minuit et reste basse de minuit à six heures du matin, ayant ainsi quelques analogies avec une courbe de marée.

Les plus grandes variations proviennent naturellement des pluies; ainsi, en décembre, le débit moyen est de 40 0/0 supérieur au débit moyen du mois de juillet.

Une averse d'orage en mai peut l'augmenter dans une grande proportion (de 1 à 20), mais ces effets exceptionnels sont courts.

En établissant le rapport entre les quantités d'eau déversées par les égouts et les quantités d'eau distribuées, augmentées de celles provenant des pluies tombées dans Paris, on a trouvé que le débit des collecteurs ne forme que les 60 centièmes du total.

Les analyses, répétées un grand nombre de fois, ont donné les résultats suivants pour la composition d'un mètre cube d'eau :

	EAU d'égout naturelle.	EAU d'égout épurée au sulfate d'alumine.
Azote	0,037	0,021
Acide phosphorique	0,015	—
Potasse	0,030	0,030
Soude	0,101	0,101
Matières organiques	0,729	0,240
Matières minérales	1,802	0,595
TOTAUX	2,714	0,987

On constata que la richesse organique est sensiblement constante et que la quantité de matières minérales en suspension varie avec l'afflux des eaux et la nature des chaussées.

En attribuant aux différents engrais contenus dans les eaux d'égout leurs valeurs commerciales, lorsqu'ils sont vendus isolés à

Digitized by Google

l'état solide, on arrive pour la masse totale et pour Paris à une valeur supérieure à 14,000,000 de francs par an.

Enfin, dernière observation qui a son importance, l'eau des égouts échappe aux variations extrêmes de température : elle peut réchauffer la terre en hiver, la rafraîchir en été, ce dont le cultivateur peut tirer parti.

PREMIERS ESSAIS D'ÉPURATION DES EAUX D'ÉGOUT

Voici maintenant les résultats des premiers essais faits sous la direction de M. Mille, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

Les champs en culture étaient disposés en billons ou en planches et des raies, prenant leur origine sur le canal principal, permettaient d'entourer d'eau à volonté chaque billon ou chaque planche.

Le pied des plantes se trouvait ainsi arrosé par la pénétration de l'eau à travers la terre sans que les tiges, les feuilles ou les fruits en fussent mouillés. Ces raies se chargent peu à peu d'un dépôt, incorporé au sol pendant les façons qui préparent la récolte suivante.

Quand la culture refusait l'eau, on l'envoyait dans les bassins mélangée au sulfate d'alumine; là, grâce à la diminution de la vitesse du courant, les matières précipitées par le sulfate d'alumine déposaient. Les eaux, après avoir traversé une cloison filtrante en bois, rejoignaient la Seine en passant sur un barrage à déversoir en gazon.

Le colmatage a duré pendant les cinquante jours de chômage de la culture.

Les quantités d'eau absorbées ainsi par le sol ont été, pour le colmatage, de 60,000 mètres cubes par hectare et, pour l'arrosage, de 36,000.

Les eaux non employées en irrigation et traitées par le sulfate d'alumine ont donné environ 1 kil. 32 de dépôt par mètre cube d'eau; ces dépôts, séchés au soleil, avaient une valeur fertilisante inférieure de 30 0/0 environ à celle des eaux d'égout.

Pendant toute la durée des essais, aucune plainte ne s'est élevée dans le voisinage au point de vue de la salubrité.

Digitized by Google

Voyons maintenant les résultats obtenus au point de vue de la récolte sur ces champs d'essais, colmatés à l'eau d'égout pendant l'hiver, arrosés en rigoles pendant la période de la végétation, enrichis, au printemps et à l'automne et à l'occasion de chaque façon successive, à l'aide du limon déposé dans les bassins et dans les rigoles.

Les prés ont produit une récolte presque double.

La grande culture a présenté une magnifique végétation et la récolte en maïs, betteraves et pommes de terre a été des plus satisfaisantes.

Mais l'essai capital était la culture des légumes. C'est là la culture prédominante des environs de Paris et il s'agissait de démontrer les avantages de l'emploi des eaux d'égout également pour cette culture.

Un demi-hectare avait été consacré à des plantations de choux, de pois, de haricots, de cardons, de tomates, de potirons et de vingt autres légumes; l'expérience fut des plus concluantes et des plus favorables sous tous les rapports.

En résumé ces essais de culture ont montré la possibilité d'employer l'eau d'égout à des cultures diverses, jusqu'à concurrence de 60,000 mètres cubes par hectare; mais, au point de vue de la bonne utilisation, la culture ne demande que 8 à 10,00 mètres cubes par an et par hectare.

La dépense totale, de la distribution et de l'épuration réunies, a été estimée à 2 ou 3 centimes le mètre cube.

Quant au procédé d'épuration par le sulfate d'alumine, il fut reconnu insuffisant et abandonné pour ce motif et pour d'autres sur lesquels nous nous sommes expliqué déjà.

EXTENSION DES ESSAIS D'ÉPURATION PAR LE SOL

Deux ans plus tard, au commencement de 1865, M. Mille, avec le concours de M. Durand-Claye, entreprenait une seconde série de travaux d'irrigation, beaucoup plus importante, dans la plaine de Gennevilliers et cela avec le concours libre des cultivateurs. Ces essais, interrompus en 1870-71, reprirent en 1872 et, depuis cette époque, malgré la routine des cultivateurs, ces derniers, frappés des

Digitized by Google

résultats obtenus par la culture à l'eau d'égout, offrirent chaque année de nouvelles parcelles aux irrigations.

Dans les premiers temps, les essais de Gennevilliers furent vivement critiqués au point de vue sanitaire; la commune était, disait-on, envahie par les fièvres paludéennes, le choléra infantile, la diarrhée, etc. La vérité était que la situation sanitaire du pays laissait à désirer par le fait du sol qui, très irrégulier et imperméable à une faible profondeur, retenait les eaux de toute provenance et devenait marécageux. Un simple drainage a suffi pour remédier à cet inconvénient dès qu'il fut reconnu et, depuis, aucune trace d'épidémie n'a été constatée, aucune plainte ne s'est produite.

Les surfaces irriguées sont allées toujours en augmentant; aujourd'hui les cultivateurs font librement usage d'eaux d'égout sur plus de 800 hectares, à des doses variant de 40,000 à 50,000 mètres cubes par hectare; les usagers d'eau sont réunis en syndicat prêtant leur concours à l'Administration. Quant à la municipalité de Gennevilliers, à l'annonce de l'exécution du projet consistant à envoyer le surplus des eaux impures à la forêt de Saint-Germain, elle s'est empressée de demander et de conclure un arrangement par lequel la ville de Paris s'engage à continuer sa distribution d'eau d'égout à la plaine de Gennevilliers.

Il y avait là un intérêt capital pour les propriétaires et les cultivateurs; les terrains autrefois se louaient à raison de 50 à 130 fr. l'hectare; depuis qu'ils sont soumis à l'irrigation, leur prix de location est allé toujours en augmentant et atteint aujourd'hui 500 francs.

Quoi qu'il en soit, la quantité d'eau ainsi consommée est loin d'égaler la production totale qui aujourd'hui dépasse 300,000 mètres cubes par jour.

En 1874 la Commission administrative d'assainissement de la Seine, consultée à nouveau sur la situation faite à cette rivière par les eaux d'égout de Paris que les travaux d'irrigation à Gennevilliers ne purifiaient qu'en faible partie, conclut dans son rapport, en date du 12 septembre même année, à la nécessité de purifier le fleuve infecté et à l'opportunité d'adopter dans ce but le système d'épuration par l'action du sol et des plantes.

La plaine de Gennevilliers n'offrant pas un débouché suffisant, les ingénieurs de la ville présentèrent un projet par lequel ils

Digitized by Google

proposèrent de conduire les eaux jusque dans la forêt de Saint-Germain.

Le projet, présenté en 1875, fut soumis à l'enquête et une commission a été nommée, par le préfet de la Seine, pour donner son avis motivé, tant sur les dires de l'enquête que sur l'utilité de l'entreprise.

Cette commission, présidée par M. Bouley, de l'Institut, présenta en septembre 1876 un rapport favorable au projet.

L'avant-projet, décrit précédemment, ayant été approuvé, on entreprit les études définitives.

En 1880 le Conseil municipal adoptait un programme d'ensemble d'assainissement ayant pour but la suppression de la fosse d'aisance, comme moyen l'écoulement des déjections à l'égout et comme conclusion, l'épuration des eaux d'égout et leur utilisation agricole.

Ces projets, approuvés par le Conseil supérieur des ponts et chaussées et par le Ministre des travaux publics dans la compétence duquel ils rentraient, furent arrêtés par l'opposition d'un ministre incompétent sur la question technique et qui n'était régulièrement consulté que sur une question d'aliénation d'un immeuble de l'Etat.

Consulté par son collègue des travaux publics sur un projet de location, de cession ou d'abandon à la ville de Paris de terrains sis à Achères, pour compléter avec la plaine de Gennevilliers l'étendue de terrain nécessaire à l'épuration des eaux d'égout de la ville, M. le Ministre du commerce et de l'agriculture crut devoir faire étudier l'affaire par une commission qu'il institua sous le titre de Commission d'assainissement de Paris (28 septembre 1880).

Nous avons déjà, dans une autre partie de ce travail, parlé de cette commission qui, dans son rapport déposé le 30 juin 1881, demanda l'adoption d'un programme irréalisable et arrêta ainsi l'exécution des travaux projetés.

Nous avons également dit qu'une nouvelle commission technique, réunissant un ensemble de savants et de praticiens, capables d'étudier et d'aborder toutes les parties théoriques et pratiques de cette question d'assainissement, fut instituée par M. le préfet de la Seine en 1882. Cette commission, après des études prolongées, des voyages à l'étranger, publia ses travaux en 1883 et confirma

Digitized by Google

entièrement les principes qui avaient servi de base au projet des ingénieurs de la ville.

En conséquence le Conseil municipal de Paris recommença les démarches nécessaires pour la réalisation de ce projet.

Après plusieurs présentations à la Chambre des députés et au Sénat et malgré une vive opposition, la loi autorisant l'Etat à céder à la ville de Paris 1,200 hectares de terrains domaniaux, sis à Achères et sur les bords de la Seine, pour y poursuivre l'épuration de ses eaux d'égout, finit par être adoptée en 1888.

Des rapports très intéressants, dont nous avons donné des extraits, ont été faits à ce sujet à la Chambre des députés par M. Bourneville et au Sénat par M. Cornil.

Grâce à la persévérance du Conseil municipal de la ville de Paris et particulièrement de sa Commission des eaux et égouts, présidée par M. Deligny, ingénieur des arts et manufactures, grâce au zèle infatigable déployé en cette circonstance par les chefs des services techniques et particulièrement par le regretté M. A. Durand-Claye, Paris va pouvoir maintenant assainir la Seine en épurant la totalité de ses eaux d'égout par le sol et en faisant utiliser par la culture l'énorme quantité de matières fertilisantes que ces eaux renferment.

Des cultivateurs, voisins du nouveau domaine d'Achères ou sis sur le parcours de la future conduite principale d'amenée des eaux, offrent déjà leurs terrains aux irrigations et cet exemple, qui ne pourra manquer d'être suivi par d'autres cultivateurs, donnera, dans un prompt avenir, à la ville de Paris toute la surface qui lui est nécessaire, non seulement pour l'épuration de ses eaux, mais pour leur bonne utilisation par la culture.

En même temps le « tout à l'égout », déjà admis en principe depuis plusieurs années, pourra recevoir alors une application de plus en plus large, au fur et à mesure que les chaussées se perfectionneront et que les égouts ou les services de la voirie pourront être modifiés de façon à éviter les dépôts encore fréquents dans les galeries souterraines.

A Paris les bouches d'égout n'ont pas de réservoirs à sable; c'est là un grave inconvénient. Il est vrai qu'avec la suppression des chaussées macadamisées et leur remplacement par des chaussées avec revêtement en pavage de pierre, de bois ou en asphalte,

Digitized by Google

on peut à la vérité y obvier en partie à l'aide de chasses d'eau vigoureuses.

Nous terminerons ce que nous voulions dire de Paris en reproduisant l'arrêté préfectoral concernant l'application, aux immeubles privés, du « tout à l'égout ».

RÈGLEMENT

POUR L'ÉCOULEMENT DES MATIÈRES DE VIDANGE DANS LES ÉGOUTS DE PARIS PAR VOIE DIRECTE

(*Arrêté préfectoral du* 10 *novembre* 1886)

Le Préfet de la Seine,

Vu la loi des 16, 24 août 1790;

Les décrets des 26 mars 1852 et 10 octobre 1859;

Les ordonnances de police des 5 juin 1834, 23 octobre 1850, 1er septembre 1853 et 29 novembre 1854,

La délibération du Conseil municipal en date du 31 juillet 1886, ensemble l'arrêté préfectoral en date du 9 novembre 1886, approbatif de ladite délibération,

Vu le projet de règlement relatif à l'assainissement de Paris,

Sur le rapport de l'Inspecteur général des ponts et chaussées, directeur des travaux de Paris,

ARRÊTE :

Article premier. — Dans toutes les rues pourvues de collecteurs à bateaux ou à rails, ou d'égouts munis de réservoirs de chasse, les propriétaires de maisons en bordure sur la voie publique pourront faire écouler directement à l'égout les eaux pluviales et ménagères, ainsi que les matières de vidange de leurs immeubles.

A cet effet, ils souscriront des abonnements qui seront approuvés par des arrêtés préfectoraux, sur l'avis de l'ingénieur en chef de l'assainissement.

Ces abonnements seront annuels et révocables à la volonté de l'Administration.

Ils partiront des 1er janvier et 1er juillet de chaque année.

Digitized by Google

CONDITIONS D'ABONNEMENT

Art. 2. — Les conditions à remplir pour l'abonnement sont les suivantes :

1° La propriété sera desservie par les eaux de la ville.

2° Elle sera pourvue d'un branchement particulier d'égout.

3° Tout cabinet d'aisances devra être muni de réservoirs ou d'appareils branchés sur la canalisation, permettant de fournir dans ce cabinet une quantité d'eau de 10 litres au minimum par personne et par jour.

L'eau ainsi livrée dans les cabinets d'aisances devra arriver dans les cuvettes de manière à former une chasse d'eau suffisamment vigoureuse.

Les appareils qui la distribueront seront examinés par le Service de l'assainissement et devront être reçus par l'Administration avant leur mise en service.

Toute cuvette de cabinet d'aisances sera munie d'un appareil formant fermeture hydraulique et permanente.

Ces dispositions seront applicables aux cabinets des ateliers, des magasins, des bureaux et, en général, de tous les établissements qui reçoivent une nombreuse population pendant le jour.

EAUX MÉNAGÈRES ET PLUVIALES

4° Il sera placé une inflexion siphoïde formant fermeture hydraulique à l'origine supérieure de chacun des tuyaux d'eaux ménagères.

Les tuyaux de descente des eaux pluviales seront munis d'obturateurs interceptant toute communication directe avec l'atmosphère de l'égout.

Les tuyaux devront être aérés d'une manière continue.

TUYAUX DE CHUTE ET CONDUITES D'EAUX MÉNAGÈRES ET PLUVIALES

5° Les conduites d'eaux ménagères, les conduites d'eaux pluviales et les tuyaux de chute destinés aux matières de vidanges ne pourront avoir de diamètre inférieur à $0^{m}08$ ni supérieur à $0^{m}16$.

Les chutes des cabinets d'aisances avec leurs branchements ne

Digitized by Google

pourront être placées sous un angle supérieur à 45° avec la verticale.

Chaque tuyau de chute sera prolongé au-dessus du toit jusqu'au faîtage et librement ouvert à la partie supérieure.

La projection des corps solides, des débris de cuisine, de vaisselle, etc... dans les conduites d'eaux ménagères et pluviales, ainsi que dans les cuvettes des cabinets d'aisances est formellement interdite.

Le tracé des tuyaux secondaires, partant du pied des tuyaux de chute et des conduites d'eaux ménagères, sera prolongé dans les cours et caves jusqu'au tuyau général d'évacuation.

Il en sera de même pour les conduites des eaux pluviales, si le tuyau d'évacuation peut recevoir ces eaux.

Le tracé de ces tuyaux devra être formé de parties rectilignes.

A chaque changement de direction ou de pente, il sera ménagé une tubulure ou un regard de visite et d'aération facilement accessible.

ÉVACUATION DIRECTE A L'ÉGOUT

6° Les tuyaux d'évacuation auront une pente minima de 0^m03 par mètre. Dans les cas exceptionnels où cette pente serait impossible ou difficile à réaliser, l'Administration aura la faculté d'autoriser des pentes plus faibles avec addition de réservoirs de chasse ou d'autres moyens d'expulsion à établir aux frais et pour le compte des propriétaires.

Le diamètre de ces tuyaux sera fixé sur la proposition des intéressés en raison de la pente disponible et du cube à évacuer; il ne sera, en aucun cas, inférieur à 0^m16.

Chaque tuyau d'évacuation sera muni, avant sa sortie de la maison, d'un siphon dont la plongée ne pourra être inférieure à 0^m07, afin d'assurer l'occlusion hermétique et permanente entre la canalisation intérieure et l'égout public.

Les modèles de ces siphons et appareils seront soumis à l'Administration et devront être acceptés par elle.

Chaque siphon sera muni d'une tubulure de visite avec fermeture étanche placée en amont de l'inflexion siphoïde.

Les tuyaux d'évacuation et les siphons seront en grès vernissé intérieurement.

Digitized by Google

Les joints devront être étanches et exécutés avec le plus grand soin, sans bavure ni saillie intérieure. L'emploi de la fonte pourra être autorisé dans le cas où l'administration le jugerait acceptable. Les tuyaux d'évacuation seront plongés dans le branchement particulier jusqu'à l'aplomb de l'égout public.

POLICE DES TRAVAUX

Art. 3. — Les dispositions qui précèdent et toutes celles que l'Administration jugerait utile de prescrire seront exécutées aux frais, risques et périls du propriétaire d'après les instructions des agents du service de l'assainissement et sans qu'il puisse être mis empêchement au contrôle de ces agents, sous quelque prétexte que ce soit.

Aucune canalisation ne sera mise en service qu'après avoir été reconnue par l'Inspecteur de l'assainissement ou son délégué qui en autorisera l'usage.

RESPONSABILITÉ

Art. 4. — Les abonnés sont exclusivement responsables envers les tiers de tous les dommages auxquels pourrait donner lieu l'écoulement des liquides provenant de leur propriété.

TARIF

Art. 5. — Le propriétaire ou son représentant acquittera, à la Caisse municipale, une redevance annuelle de 60 francs par chute. Toutefois, lorsque les tuyaux de chute ne desserviront que les logements d'un loyer réel de 500 francs et au-dessous, il pourra être accordé une remise de 30 francs par tuyau de chute sur le chiffre de la redevance.

PAIEMENT

Art. 6. — Le montant de la somme à payer sera fixé chaque semestre, après constatation contradictoire du nombre des chutes existantes, par l'inspecteur de l'assainissement ou son délégué, en présence du propriétaire ou de son représentant, et sera reconnu par ceux-ci, sur un état que l'ingénieur en chef de l'assainissement

Digitized by Google

transmettra à la préfecture de la Seine pour être rendu exécutoire.

Le prix de l'abonnement sera versé en deux termes égaux (1er janvier et 1er juillet) et d'avance.

RÉSILIATION

A défaut de paiement à l'une des deux échéances, l'écoulement sera suspendu et l'abonnement pourra être résilié.

CONTRAVENTIONS

Art. 7. — Les contraventions aux dispositions du présent arrêté seront constatées par procès-verbaux ou rapports et seront poursuivies par les voies de droit, sans préjudice des mesures administratives auxquelles ces contraventions pourraient donner lieu.

Art. 8. — L'Inspecteur général des ponts et chaussées, directeur des travaux, est chargé de l'exécution du présent arrêté, dont ampliation sera adressée :

1° A M. le Préfet de police;

2° A M. le Sous-Directeur des travaux;

3° Aux ingénieurs en chef de la voie publique (1re et 2e divisions);

Aux ingénieurs en chef des eaux et des égouts (2e et 3e divisions);

Au chef du 1er bureau du Secrétariat général, en double expédition, pour insertion au Recueil des actes administratifs.

Fait à Paris, le 10 novembre 1886.

Poubelle.

Digitized by Google

DIJON

HISTORIQUE

Dijon, autrefois capitale de la Bourgogne, est une ancienne ville située au pied d'une chaîne de montagnes que domine le mont Affrique. Jadis munie d'une enceinte de remparts, son territoire bâti était restreint et ses rues étroites. N'étant pas située sur une grande rivière et n'étant desservie, comme moyens de transport, que par des routes et le canal de Bourgogne, son commerce ainsi que son industrie étaient peu importants. Elle était renommée pour son goût des beaux-arts et des belles-lettres, pour ses monuments et ses belles promenades; mais on n'y voyait pas régner l'activité, indice d'une ville prospère.

La création de voies ferrées importantes, reliant Dijon avec le nord, le sud et l'est de la France, vint modifier profondément cet état de choses. A partir de cette époque la ville vit sa population s'accroître plus rapidement et son commerce ainsi que son industrie s'augmenter dans de grandes proportions. Elle fut bientôt obligée de démolir peu à peu ses remparts qui gênaient son extension et de créer, au pourtour, une série de voies larges pour suppléer à l'insuffisance des voies intérieures. Celles-ci, d'ailleurs, reçurent et reçoivent encore tous les jours les améliorations possibles en rapport avec les ressources financières de la ville.

Ajoutons que, depuis 1874, Dijon est devenue une place forte.

SITUATION AU POINT DE VUE SANITAIRE

L'état sanitaire, malgré l'absence d'industries importantes malsaines, laissait autrefois beaucoup à désirer. Cette situation fâcheuse était due à plusieurs causes : elle tenait entre autres à l'agglomération d'une partie, au moins, des habitants dans des maisons à loyer mal construites et mal entretenues. Contrairement à ce qui se passe

Digitized by Google

dans le nord de la France, en Belgique et en Angleterre, la famille ayant une maison entière à elle seule constitue l'exception. Les constructions, quoique à peu d'étages, encore maintenant, sont habitées généralement par plusieurs familles; ce qui, au point de vue sanitaire, constitue évidemment une infériorité réelle.

L'usage, déjà ancien, de fosses fixes et de puisards à eaux ménagères non étanches, infecte tellement le sous-sol dans certains quartiers, que les eaux de puits, naturellement potables dans tout le centre et le sud de la ville, sont depuis longtemps devenues malsaines. Aussi, dès le XVIe siècle, on s'occupa d'amener des eaux de source en ville pour remplacer celles des puits. Cependant ce n'est que vers 1840 que fut créée une distribution pouvant desservir toute la ville. Elle a été établie, sous la municipalité que présidait Victor Dumay, par l'ingénieur Darcy que ses expériences, sur l'écoulement de l'eau dans les conduites, ont fait connaître du monde entier.

Le cube total des eaux amenées, variable avec les saisons, a été augmenté depuis par l'adjonction d'une source et ne descend pas au-dessous de 7,000 mètres cubes par jour.

D'autres améliorations sont résultées de la disparition de vieilles habitations mal construites et surtout mal agencées au point de vue hygiénique. Cette disparition a été le fait de la création ou de l'élargissement de rues, ou le fait de la nécessité du remplacement de ces constructions en mauvais état par de nouvelles plus appropriées aux exigences de la vie moderne. Dijon y a perdu au point de vue pittoresque mais y a gagné au point de vue hygiénique.

Le voûtement partiel des deux bras intérieurs de Suzon (torrent à sec près de 300 jours par an), dans sa traversée de la ville et dont les lits, malgré tous les arrêtés pris depuis les temps les plus reculés, recevaient journellement des immondices de toute nature, doit être considéré également comme une grande amélioration apportée à l'hygiène publique de la ville.

Une société foncière en aménageant, d'accord avec les projets municipaux, d'énormes surfaces de terrains destinés à la construction, rend un service signalé tout en faisant ses affaires. Grâce à sa façon large et intelligente de procéder, on ne verra peut-être plus se créer de ces quartiers tels que : la Nouvelle-Calédonie, Nouméa, une partie de la Plaine-aux-Roses, etc., etc., dont l'aménagement

Digitized by Google

et l'assainissement seront par la suite une lourde charge pour la ville.

Il serait désirable, toujours au point de vue qui nous occupe, de voir se créer, à côté de cette société, une autre ayant pour but la construction d'habitations pour petits rentiers et pour toutes les familles peu aisées. Nous sommes certain que tout le monde y trouverait son compte et que l'hygiène, comme l'aspect des nouveaux quartiers dans les faubourgs, y gagnerait considérablement.

Mais toutes ces améliorations, bien qu'elles aient produit ou qu'elles produiraient d'excellents résultats, sont loin d'être suffisantes.

En effet les égouts, peu nombreux d'ailleurs, puisque la moitié des rues en sont dépourvues, ne reçoivent en principe ni matières de vidange ni même d'eaux ménagères. Les matières sont reçues dans des fosses fixes en maçonnerie, non étanches pour la plupart. Quand on veut les vider on procède à des allèges au moyen de pompes à bras ou d'un système dit pneumatique et on achève à la main (1).

Le nombre total des fosses peut s'élever à environ 5,000; dans d'anciens couvents ou hôtels, on en rencontre d'énormes qui n'ont peut-être pas été vidées depuis 100 ans. Il en est dont les propriétaires ignorent l'existence et qu'on ne découvre qu'en démolissant l'immeuble; enfin on en rencontre, même parmi celles encore en usage de nos jours, jusque sous les chaussées des rues.

Les appareils employés dans les water-closets, quand on en emploie, sont des appareils à clapet avec ou sans effet d'eau; les cuvettes à siphon sont inconnues.

Les eaux ménagères sont reçues dans les fosses à vidange ou dans des puisards généralement non étanches ou simplement déversées sur le sol pour la presque totalité des habitations sises dans les faubourgs. Pour éviter le retour des gaz à l'intérieur on emploie, dans les meilleures installations, un semblant de fermeture hydraulique appelé bonde siphoïde, présentant un réservoir

(1) Depuis quelques années il n'existe que deux entreprises de vidange. Les entrepreneurs ont un outillage perfectionné consistant en une pompe mue par la vapeur ; les prix d'extraction sont de quatre francs par hectolitre.

Digitized by Google

d'eau de quelques centimètres cubes et une immersion de 3 à 4 millimètres au plus.

L'infection du sous-sol, produite par les fosses et puisards non étanches, outre qu'elle est une cause d'insalubrité en elle-même, cause un grand préjudice.

Elle ne permet plus l'emploi, pour la plupart des usages domestiques, des eaux de puits, alors que la majeure partie de ceux-ci, sans cette infection, pourraient fournir une eau d'une excellente qualité. C'est évidemment un très grave inconvénient, surtout pour une ville fortifiée dont la conduite d'eau, en temps de guerre, peut être coupée par l'ennemi.

Quant au réseau d'égouts existants, nous ne pouvons que répéter, pour Dijon, ce que nous avons dit de ceux de toutes les villes anciennes dont nous nous sommes occupé précédemment. Les anciens égouts secondaires ont été établis, le plus souvent, en vue de répondre à un besoin immédiat; ils ne sont pas conçus suivant un plan d'ensemble destiné à assurer l'assainissement de la ville; leur section au radier est toujours rectangulaire et présente une largeur de $0^{m}50$ au minimum, favorisant la formation des dépôts. Certains quartiers, dans le faubourg d'Ouche, ont leurs caves inondées, chaque année, d'eaux impures par le reflux dans le vieux Suzon de celles des grandes crues de l'Ouche. D'autres quartiers, dans les points hauts (maisons bordant la rue de la Liberté), ont également leurs caves inondées, à chaque grande pluie, par les suintements qui se produisent entre les couches de marne imperméable dans lesquelles elles sont creusées. Pour se débarrasser de ces eaux on est obligé de recourir à des pompes à bras, alors même qu'il existe un égout dans la rue, le radier de celui-ci étant en contre-haut du sol des caves.

Ajoutons, enfin, que toutes les eaux d'égout actuelles sont déversées dans le canal de l'Ouche, à l'intérieur même de la même ville, par les deux bras ouest de Suzon, servant actuellement de collecteurs et débouchant dans la rivière : l'un près du pont de l'Hôpital, l'autre près du pont des Tanneries et cela presque au même niveau que cette dernière.

Autrement dit, elles infectent la ville pendant les chaleurs et inondent les caves de toutes les parties basses pendant les grandes crues de l'Ouche.

Digitized by Google

Malgré ce fâcheux état de choses, la mortalité générale de ces dernières années a rarement dépassé 26 pour 1,000; elle est variable d'un quartier à un autre. Or, étant donné la faible densité de la population, l'excellente qualité des eaux distribuées, la situation topographique de la ville, la nature du sol constitué, pour les quatre cinquièmes de la superficie, par une épaisse couche de gravier calcaire, constamment lavé par une nappe mobile présentant une forte pente (0^m002 à 0^m003 par mètre) et située généralement à une profondeur suffisante (3 à 6 mètres), il n'est pas douteux qu'avec des travaux rationnels d'assainissement on ne puisse considérablement abaisser ce chiffre de mortalité et l'amener à 20 et même 19 pour 1,000.

Ces travaux apporteront une grande amélioration, surtout dans les quartiers où la mortalité dépasse 26 pour 1,000 et frappe particulièrement la classe ouvrière.

DÉCISIONS PRISES PAR LA MUNICIPALITÉ

Dijon qui, dans beaucoup de circonstances, avait fait preuve d'initiative intelligente, ne pouvait rester plus longtemps sans s'occuper de son assainissement.

Des travaux importants, nécessités par l'agrandissement de la ville et liés d'une façon étroite avec la création d'un collecteur, décidèrent la municipalité à s'occuper sérieusement de la grave question des égouts.

En 1878, M. Enfert étant maire, l'étude d'un avant-projet des collecteurs à créer fut confiée à MM. Pignant et Echalié, ingénieurs des arts et manufactures. L'avant-projet présenté par ces deux ingénieurs fut accepté dans ses dispositions d'ensemble par le conseil municipal, en août 1879.

Dès les années suivantes, 1880 et 1881, deux tronçons de collecteurs, dont la construction ne pouvait être différée, furent établis d'après les projets définitifs dressés par les ingénieurs susdits, conformément à leur avant-projet.

En 1882 M. Pignant fut chargé, par le conseil municipal, de dresser le projet des collecteurs restant à créer et de l'épuration des eaux d'égout de la ville.

Digitized by Google

Nous allons donner une description sommaire de l'ensemble de ce projet.

EXPOSÉ DU PROJET

1° — RENSEIGNEMENTS DIVERS

La superficie totale du territoire de la ville de Dijon est d'environ 4,000 hectares, dont aujourd'hui 400 seulement sont couverts de constructions au nombre de 4,000 environ.

Le nombre des habitants, y compris la population flottante, atteint, à ce jour, presque 65,000, soit le double d'il y a cinquante ans.

Depuis la création des chemins de fer Dijon est devenue une place commerciale de premier ordre pour les grains, les vins et le houblon. Beaucoup de manufactures et d'industries diverses se sont créées; parmi ces dernières, au point de vue qui nous occupe, il n'en est point qui ne puissent, sans inconvénient, déverser leurs eaux directement à l'égout, sauf les fabriques de colles fortes dont les eaux sont acides.

Une manufacture importante de tabacs produit journellement 25 mètres cubes de jus chargé de nicotine, dilués dans un plus grand volume d'eau et qu'il importe de ne point laisser écouler dans le sous-sol.

Le cube total des matières de vidange est d'environ 75 mètres cubes par jour dont $69^{m3}25$ à l'état liquide et $5^{m3}75$ à l'état solide.

2° — SITUATION TOPOGRAPHIQUE DE LA VILLE ET NATURE DU SOL

La ville de Dijon est bâtie à la jonction du vallon de Suzon et de la vallée de l'Ouche; son sol est en pente générale du nord au sud-est.

L'Ouche circule à l'ouest et au sud-est de la ville en s'éloignant.

Suzon entre dans Dijon et, à son entrée, se bifurque en trois bras, savoir :

1° Le bras ouest qui traverse la ville du nord au sud-ouest en

Digitized by Google

passant, pour la plus grande partie de son cours, sous des propriétés privées et se jette dans l'Ouche près du pont de l'Hôpital; ce bras, anciennement voûté, sert de collecteur à la majeure partie des égouts construits.

2° Le deuxième bras de Suzon, qui est creusé de main d'homme, contourne les anciens bastions à l'est et au sud et se jette dans l'Ouche près du pont des Tanneries. Il a été voûté sur presque tout son parcours et cela, malheureusement, sans intérêt pour la ville, car il traverse constamment des propriétés privées. Il reçoit cependant les eaux de quelques caniveaux, celles des égouts de la rue Chabot-Charny, de l'abattoir, etc.

3° Enfin le bras est, qui circule à l'est de la ville, traverse la place du Trente-Octobre, longe à l'ouest le boulevard Voltaire puis, arrivé à la place de la Prison départementale, se dirige de l'ouest à l'est dans la plaine de Longvic, à droite de la route de Besançon, et se jette dans l'Ouche à 3 kilomètres environ de la ville et à 1 kilomètre en aval du village de Longvic.

Le sous-sol de Dijon est constitué par de la marne compacte au nord-ouest, au nord et au nord-est de la ville, sauf à la traversée du vallon de Suzon. Sur presque tout le reste du territoire, il est constitué par une épaisse couche de gravier calcaire, provenant des alluvions de Suzon et de l'Ouche et dépendant des alluvions dites de la Bresse.

Une nappe mobile, située à une profondeur variable de 3 à 6 mètres, présente une grande pente, de 2 à 3 millimètres, vers l'Ouche.

Les vents dominants sont les vents venant du nord, de l'ouest, du nord-ouest et du sud-ouest.

La température est très variable dans une même journée; en moyenne, elle descend en hiver jusqu'à 15° au-dessous de zéro et monte en été jusqu'à 35°.

3° — DES QUANTITÉS D'EAU DE DISTRIBUTION, DE PLUIE, D'ÉGOUT

Eau de distribution. — Au point de vue de la qualité des eaux distribuées, Dijon n'a rien à envier à aucune ville. Les eaux distribuées sont fraîches, légèrement calcaires et d'excellente qualité; leur débit ne descend pas au-dessous de 7,000 mètres cubes par

Digitized by Google

jour, soit 120 litres par tête et par jour, quantité qui n'est pas encore atteinte par beaucoup de grandes villes, même parmi celles pratiquant la vidange à l'égout.

Bien que la distribution d'eau soit satisfaisante, la municipalité songe déjà, et avec raison, à l'augmenter afin de pouvoir mieux satisfaire les services publics et alimenter les quartiers hauts que la distribution actuelle ne dessert qu'imparfaitement. Elle songe également à améliorer les arrosages pour lesquels les moyens employés jusqu'à ce jour utilisent mal les quantités d'eau dépensées à cet effet.

L'eau est distribuée dans les maisons particulières au robinet de jauge ou au compteur et, sur les voies publiques, à l'aide de bornes-fontaines ou de prises d'eau placées sur le bord des trottoirs. Ces dernières servent spécialement aux arrosages et en cas d'incendie.

La distribution d'eau alimente également plusieurs jets d'eau, fontaines monumentales et cascades.

Eau de pluie. — La hauteur d'eau de pluie tombant à Dijon est en moyenne, par an, de $0^{m}70$; la surface actuelle de la ville étant d'environ 400 hectares, la quantité totale d'eau tombant en moyenne sur Dijon est donc de :

2,800,000 mètres cubes par an.
7,700 id. par jour.
80 litres par seconde.

Pluie d'orage. — Les pluies d'orage sont assez fréquentes; on en constate beaucoup qui fournissent une hauteur d'eau de plus de $0^{m}001$ par minute et, cela, durant 12 à 15 minutes, sans préjudice des quantités moins abondantes qui continuent à tomber ensuite.

Ces pluies d'orage peuvent donc atteindre, pour la superficie totale de la ville, un cube dépassant 60 mètres à la seconde et envoyer dans le même temps, au collecteur général, en admettant une durée d'écoulement triple de celle de la pluie et sans tenir compte de l'évaporation, un cube de plus de 20 mètres.

Quantités d'eau d'égout. — D'après ce qui précède, en admettant que 40 pour cent des eaux disparaissent par évaporation, le cube total des eaux de Dijon sera, par seconde :

De 50 litres environ les jours de sécheresse,

De 100 à 120 environ les jours de pluie ordinaire,

Digitized by Google

Enfin de 15 à 20 mètres cubes pendant les pluies exceptionnelles.

4° — DÉBITS DE SUZON ET DE L'OUCHE

Suzon est un torrent prenant son origine à 5 kilomètres en amont du Val-Suzon. Bien qu'alimenté par beaucoup de sources, dont plusieurs ne tarissent pas, il est, dans la traversée de la ville, à sec pendant près de 300 jours par an. Cette disparition des eaux s'explique par la grande perméabilité du terrain dans lequel se trouve son lit. Pendant les eaux ordinaires rien n'apparaît en ville, tout est absorbé; pendant les grandes eaux, l'excès de leur volume sur celui des filtrations vient à Dijon. Voici à ce sujet la comparaison faite en 1606 par le procureur Antoine de Mesnay : « Le lit de Suzon ressemble à un crible : versée sur ce dernier en faible quantité, l'eau s'écoulera seulement par le bas; versée en plus grande abondance, elle se répandra de plus par les bords. »

Le débit maximum de Suzon, en temps de grande crue exceptionnelle, a été évalué par le service hydraulique des ponts et chaussées, au sujet du projet qui nous occupe, à 60 mètres cubes à la seconde.

L'*Ouche* est une rivière prenant sa source à Lusigny, près Bligny, dans l'arrondissement de Beaune; son régime est torrentiel, aussi son débit varie dans d'assez grandes limites; en 1883, il est descendu à 23 mètres cubes à la minute et, en 1856, il s'est élevé à près de 200 mètres cubes à la seconde. Son débit moyen est de 3 à 4 mètres cubes à la seconde.

L'Ouche fournit une partie de la force motrice à un grand nombre de moulins importants, situés sur son cours.

Ces moulins, dans les environs de Dijon, sont établis sur une dérivation de la rivière et c'est cette dérivation (canal de l'Ouche) qui reçoit les eaux d'égout de la ville.

5° — PRINCIPES ADOPTÉS POUR LE PROJET

Les principes adoptés dans le projet consistent d'une manière générale :

1° Pour l'assainissement intérieur, dans la construction d'une canalisation souterraine complète, en vue de l'application la plus

Digitized by Google

large du système du « tout à l'égout » et dans le transport rapide, hors de la ville, au moyen d'un collecteur général, de toutes les eaux impures,

2° Et pour l'assainissement extérieur, *obligatoire ici par suite du faible débit de l'Ouche*, dans l'épuration des eaux d'égout, avant leur rejet dans la nappe souterraine ou la rivière, par filtration sur un terrain perméable avec utilisation agricole des engrais.

DÉTAILS

Egouts privés. — Au fur et à mesure de la construction de la canalisation souterraine, les propriétaires riverains pourront, sans y être astreints, déverser à l'égout, non seulement les eaux pluviales et ménagères, mais également les eaux vannes et les matières fécales.

Cette communication ne pourra se faire qu'au moyen de travaux dont les dispositions seront au préalable approuvées et dont l'exécution ainsi que l'entretien seront également soumis au contrôle des agents de l'administration. Elle donnera lieu à une redevance fixe par chaque communication pour les maisons d'habitation et à une redevance proportionnelle pour les établissements industriels. Dans tous les cas les eaux de ces derniers ne pourront être admises qu'autant qu'elles seront reconnues n'être ni acides, ni susceptibles de causer des détériorations de nature quelconque aux égouts, ni capables de nuire au bon fonctionnement de ces derniers.

Les propriétaires, dont les immeubles ne seront pas en communication avec l'égout public, seront astreints à avoir des fosses et des puisards parfaitement étanches.

Des dispositions seront prises pour éviter la projection de matières solides autres que celles en suspension dans l'eau.

Egouts publics. — Les égouts seront établis à une assez grande profondeur au-dessous du sol des chaussées pour pouvoir drainer au besoin celui des caves riveraines; leur parement intérieur sera parfaitement lisse; ils présenteront une section ovoïde allongée (1), suffisante pour pouvoir, non seulement débiter les plus grandes pluies exceptionnelles sans inondation possible de la chaussée

(1) La maçonnerie brute se faisant à Dijon à un prix peu élevé, il y a intérêt à continuer de créer des égouts visitables et à n'employer les poteries que pour les égouts tout à fait secondaires.

Digitized by Google

publique, mais aussi être facilement visités ; le radier sera d'autant plus concave qu'il sera destiné à moins recevoir d'eau. Ils devront suivre alternativement des rues à forte et faible déclivité, de façon à répartir la chute disponible et à donner à tous les radiers une pente à peu près uniforme et toujours supérieure à 0m002, chose que la topographie de la ville rend possible.

Afin de n'avoir à procéder au curage que par chasses d'eau, ceux pour lesquels la pente serait forcément inférieure à 0m001 (ils seront rares), devront être munis de vannes de retenue et au besoin de réservoirs de chasse alimentés par les prises d'eau de la distribution ou par des eaux pluviales ou même, au besoin, par des eaux claires provenant d'autres égouts situés plus haut. Des réservoirs de chasse seront établis également en tête de tous ceux terminés en cul-de-sac.

Tous les égouts devront être largement ventilés (1).

Collecteurs. — Leur tracé a été dicté par les considérations suivantes :

1° Suivre les voies larges les plus rapprochées des points bas de la ville,

2° Etre à une profondeur suffisante pour permettre de donner aux égouts aboutissants le plus de profondeur et de pente possible,

3° Comprendre, à la partie inférieure, un trottoir pour le service et une cunette capable de débiter les eaux d'égout augmentées de celles amenées par les pluies ordinaires ou par une faible crue de Suzon et, à la partie supérieure, une voûte d'une section suffisante pour livrer passage aux eaux des crues de Suzon, même exceptionnelles *(Nous expliquerons plus loin les motifs pour lesquels nous n'avons fait qu'une voûte pour le passage des eaux de Suzon et celui des eaux des deux collecteurs est et du collecteur général).*

4° Enfin, présenter une section se rapprochant, autant que possible, de la section circulaire.

DESCRIPTION DES COLLECTEURS

TRACÉS

La situation topographique de la ville, ainsi que le désir d'utiliser

(1) Voir au fascicule 2 l'article sur la ventilation des égouts.

Digitized by Google

autant que possible les égouts existants, ont amené à projeter trois collecteurs et un émissaire ou collecteur général.

Collecteurs. — Les trois collecteurs partent d'un même point situé un peu en amont de l'ancien pont des Capucins, au nord de Dijon.

Le principal, que nous avons appelé *grand collecteur est*, suit la rue de Pouilly, la place de la République, le boulevard Thiers, le boulevard Voltaire et joint le collecteur général sur la place de la Prison départementale. Il correspond au thalweg du bras extérieur de Suzon, dont il ne s'écarte que pour suivre des voies larges ; il est doublé, dans sa première partie, par le *petit collecteur est* qui, partant du même point, passe derrière la caserne des Capucins, le faubourg Saint-Nicolas et le rejoint à la place du Trente-Octobre.

Cette disposition a été motivée par le désir d'utiliser, pour le *grand collecteur est*, un tronçon déjà construit boulevard Thiers et qui ne présentait pas une section suffisante.

Le troisième collecteur projeté, que nous avons appelé *collecteur sud*, n'est, à proprement parler, que la continuation du bras de Suzon anciennement voûté et que nous désignons sous le nom de *collecteur ouest*. Il doit prendre les eaux de celui-ci à hauteur de la rue de la Manutention pour les mener au *collecteur général*, en suivant la rue de la Manutention, l'emplacement du rempart Tivoli et la rue d'Auxonne. En outre il recueillera, sur son passage, les eaux des égouts à créer, celles d'un ancien égout de la rue Chabot-Charny ainsi que celles du deuxième bras de Suzon tant que le maintien en service de ce bras sera utile.

Le collecteur sud créé, les deux bras intérieurs de Suzon ne jetteront plus leurs eaux dans l'Ouche.

Collecteur général. — Toutes les eaux d'égout se trouveront donc réunies en un point de la place de la Prison départementale. Ce sera là l'origine du *collecteur général* qui se dirige vers la plaine de Longvic et rejoint l'Ouche au même point que le troisième bras de Suzon. Nous expliquerons plus loin que ce collecteur général n'est destiné à recevoir que les eaux de Suzon et que celles des égouts suivront un chemin parallèle dans une conduite en fonte.

MATÉRIAUX EMPLOYÉS, PROFONDEUR, AÉRATION, REGARDS

D'une manière générale tous les collecteurs projetés sont cons-

Digitized by Google

truits en maçonnerie brute avec mortier de chaux hydraulique recouverte d'une forte chape en même mortier. Pour les parements intérieurs, par raison d'économie, il n'a été prévu d'enduits en ciment que pour la cunette; le reste est simplement rejointoyé au mortier de ciment. Il y aura peut-être lieu de compléter cet enduit en ciment, au moins pour le tronçon du boulevard Thiers déjà construit, ce qui porterait le débit théorique de ce dernier à 31 mètres.

Les collecteurs sont situés à une profondeur variable, mais assez grande (de 5 à 6 mètres); ils sont munis de regards de service avec échelons en fer ou d'un escalier en pierre. Ces regards sont situés du côté du trottoir du collecteur à hauteur duquel ils débouchent et ont leur orifice supérieur sur le trottoir de la voie publique. Cet orifice supérieur est fermé, suivant ses dimensions, par une plaque en fonte percée de trous ou par une tôle striée; lorsqu'il est ouvert un garde-corps mobile, rapidement installé, protège les passants contre les chutes.

Les collecteurs sont aérés par les bouches et les regards faisant fonction de prises d'air et par les drains privés prolongés jusqu'en haut des toits faisant fonction de cheminées d'appel.

La voûte qui surmonte la cunette est destinée non seulement à livrer passage aux excédents d'eau provenant soit de Suzon, soit de pluies exceptionnelles, mais aussi à recevoir les conduites d'eau, les fils télégraphiques, téléphoniques, les tubes pneumatiques, en un mot toutes les installations qu'on doit faire souterraines, sauf les conduites de gaz d'éclairage.

Comme nous l'avons déjà dit, les collecteurs partent d'un même point qui est l'entrée de Suzon dans Dijon, et aboutissent à un même autre point sis sur la place de la Prison départementale.

Ils comprennent plusieurs tronçons dont les pentes ou les sections sont telles que le débit possible va en augmentant du côté de l'aval.

Leur pente (en moyenne de $0^{m}005$), qui est à peu de chose celle du terrain naturel, est telle que les dépôts ne sont pas à craindre.

MOTIFS POUR LESQUELS LES DEUX COLLECTEURS EST ET LE COURS DE SUZON NE FONT QU'UN

Les deux collecteurs est sont projetés, ainsi que nous l'avons dit,

Digitized by Google

de façon à pouvoir débiter ensemble, outre les eaux ordinaires d'égout, une crue exceptionnelle de Suzon dont les deux bras extérieurs pourront être comblés ou abandonnés après la création des trois collecteurs, ce qui permettra l'ouverture de nouvelles rues sur l'emplacement de celui des deux bras le plus à l'est de la ville.

En ne faisant qu'une voûte pour les collecteurs est et le cours extérieur de Suzon, à partir de son entrée en ville, on augmente ainsi notablement les frais de construction des collecteurs; mais il est facile de voir qu'en procédant autrement, la dépense totale serait encore plus grande et que le principe adopté conduit réellement au projet le plus économique et le plus rationnel. En effet, outre la difficulté pratique d'établir ces collecteurs indépendants du cours de Suzon qu'ils croiseraient forcément en plusieurs points, le bras extérieur de ce ruisseau, réceptable d'immondices de toutes natures et sans eau pendant plus de 300 jours par an, demanderait forcément à être voûté dans un espace de temps très rapproché; l'hygiène de la ville et les réclamations justifiées des riverains exigent l'exécution de ce travail à court délai.

Or il est évident que la dépense d'une voûte spéciale pour Suzon, ajoutée à celle des collecteurs est, de section réduite, surpasserait celle d'une voûte unique pour les deux.

D'autre part l'hygiène ne serait pas satisfaite d'une façon complète par l'adoption, pour ce torrent, d'une voûte isolée. Cette dernière recevrait encore forcément des débris organiques lesquels, pendant les 300 jours de sécheresse de Suzon, constitueraient une cause d'infection impossible à faire disparaître sans eau. Ce grave inconvénient est évité avec le projet actuel, lequel a l'avantage d'utiliser les eaux du torrent au lavage de tous les collecteurs.

Ajoutons, enfin, que la situation topographique de Dijon ne permet pas de dévier le cours de Suzon et de le faire circuler dans un nouveau lit hors de la ville.

COLLECTEURS

SECTIONS — PENTES — DÉBITS

Grand collecteur est. — Il comprend trois tronçons principaux, savoir :

Digitized by Google

1° Celui de la rue de Pouilly présentant :

Une section totale de	6m²60
Une pente par mètre de	0m008
Et un débit théorique, pour toute la section, d'environ . .	27m³000

2° Celui du boulevard Thiers présentant :

Une section totale de	7m²10
Une pente par mètre de	0m005
Et un débit théorique, pour toute la section, d'environ . . .	27m³000
Il y aura lieu d'enduire tout le parement intérieur de ciment lisse, ce qui portera le débit théorique à.	31m³000

3° Celui du boulevard Voltaire, commençant après la jonction du petit collecteur est, présentant :

Une section totale de	17m²00
Une pente par mètre de	0m005
Et un débit théorique, pour toute la section, d'environ. . .	76m³000

Petit collecteur est. — Il ne comprend qu'un seul tronçon partant de l'origine commune et rejoignant le grand collecteur est au commencement du troisième tronçon sur la place du Trente-Octobre.

Il présente une section totale de	6m²60
Une pente par mètre de	0m006
Et un débit théorique, pour toute la section, d'environ . . .	27m³000
(*En supposant tout le parement intérieur recouvert d'un enduit en ciment lisse*).	

Collecteur ouest. — Le vieux Suzon, que nous avons appelé collecteur ouest, a été voûté depuis longtemps, à plusieurs reprises et cela très irrégulièrement; plusieurs tronçons, anciennement voûtés avec une grande section, ont été partagés, dans le sens de la longueur, en deux parties : celle de gauche qui a été abandonnée aux riverains et celle de droite conservée comme collecteur. Cette dernière a été munie d'un trottoir et d'une cunette rectangulaire de 1 mètre de large et de 0m60 de profondeur ; la pente très variable ne descend pas au-dessous de 0m002 par mètre, ce qui est largement suffisant pour un égout de cette importance.

Néanmoins beaucoup de bouches répandent, pendant les chaleurs, une odeur infecte qu'on ne peut tolérer (1).

(1) Cette odeur provient de dépôts inévitables avec l'usage, encore conservé, de bouches d'égout libres, recevant tous les détritus des chaussées; elle provient également du voisinage d'un grand nombre de fosses non étanches.

Digitized by Google

Dans le projet, ce collecteur ouest ne doit recevoir que les eaux des égouts et exceptionnellement les eaux de Suzon soit pour y faire des chasses soit pour servir, au besoin, de trop-plein au grand collecteur est.

Le cube maximum d'eau qu'il devra débiter, en cas de pluies exceptionnelles, pourra varier entre 6 et 8 mètres cubes à la seconde, suivant la direction adoptée pour les égouts restant à créer.

Collecteur sud. — Le collecteur sud, qui n'en est que le prolongement, comprend deux tronçons : le premier, qui va jusqu'à l'entrée de la rue Chabot-Charny, présente :

Une section totale de. . . .	$5^{m2}50$
Une pente par mètre de . . .	$0^{m}002$
Un débit théorique de	$13^{m3}000$

Le deuxième tronçon, qui vient à la suite, présente une pente de $0^{m}003$; en lui conservant la même section qu'au premier, son débit numérique dépasserait 16 mètres cubes à la seconde.

En jetant les yeux sur le plan avec courbes de niveau, que nous avons fait du territoire de Dijon et des environs, on voit que les collecteurs projetés sont tracés de façon à pouvoir recueillir les eaux d'égout de toute la ville, y compris les agrandissements futurs, lesquels se porteront, selon toute probabilité, surtout du côté de la grande gare.

Une partie cependant, celle située tout à fait au sud, ne pourra être desservie par les collecteurs décrits ci-dessus. Il y aura lieu, lorsque la ville s'étendra de ce côté, d'étudier un nouveau collecteur secondaire pour réunir toutes les eaux des égouts à créer dans ces quartiers futurs. En principe, ce collecteur devra partir d'un point de la rue du Gaz, passer devant l'abattoir, suivre à peu près parallèlement la ligne du chemin de fer et le cours de l'Ouche, passer devant le parc et gagner, de là, la plaine de Longvic. Son étude ne pourra être faite avec fruit que lorsque tous ces terrains, encore en culture pour la plupart, seront aménagés.

Comme mesure transitoire, pour les voies déjà créées, telles que le bas des rues de Longvic, Bergère, des Moulins, etc., il pourrait être établi de petits égouts qui se rendraient directement à l'Ouche et dont les eaux, plus tard, lorsque le besoin s'en ferait sentir, seraient interceptées par le deuxième collecteur sud.

Digitized by Google

COLLECTEUR GÉNÉRAL OU ÉMISSAIRE

DESCRIPTION — PENTE — SECTION — DÉBIT

D'après ce que nous venons d'exposer, les collecteurs actuellement projetés sont tracés de façon à amener toutes les eaux d'égout sous la place de la Prison départementale, en un point qui se trouve être l'origine du collecteur général. Celui-ci, ainsi que nous l'avons déjà dit, se dirige vers la plaine et rejoint l'Ouche, un peu plus bas que le village de Longvic, au même endroit que le troisième bras de Suzon qu'il suit d'ailleurs, à peu de chose près, dans son parcours.

Le collecteur général comprend deux parties : une première, voûtée sur une longueur d'environ 1,400 mètres, correspondant au territoire sur lequel se trouvent quelques maisons d'habitation, et une deuxième, de 2,500 mètres à ciel ouvert, entièrement en terrasses, et située en pleine campagne.

Pente. — Sur son parcours voûté il présente une pente de 0^m003, bien supérieure à la moyenne des pentes de la plupart des collecteurs généraux des grandes villes et, dans le cas actuel, sensiblement égale à la pente du terrain naturel. Sur son parcours à ciel ouvert il présente, pour la première partie munie d'un revêtement en maçonnerie, une pente réduite de 0^m0010 destinée à diminuer la vitesse des eaux à la sortie de la voûte; puis, pour la seconde, entièrement en terrassements, une pente de 0^m0025, inférieure de 0^m0005, environ, à celle du terrain naturel.

Ces diverses pentes sont, pour ainsi dire, dictées par celles du terrain naturel et par la nécessité de passer à une profondeur suffisante au-dessous des deux voies ferrées de Langres et de Besançon, puis du chemin vicinal de Longvic à la route nationale, chemin dont il faudra néanmoins relever la chaussée sur une hauteur de 0^m80 au droit du passage.

Forme, section. — 1° La forme adoptée pour la partie voûtée se rapproche autant que possible de la forme circulaire; elle est constituée par un plein cintre reposant sur deux pieds droits, avec fruit à l'intérieur et elle est fermée en dessous par une voûte renversée servant de radier à la cunette et de support à un trottoir.

La cunette est suffisante pour débiter non seulement les eaux de

Digitized by Google

distribution mais aussi celles des pluies ordinaires et des petites crues de Suzon. L'espace correspondant à la voûte est destiné à compléter la section d'écoulement en cas de crue exceptionnelle du torrent et à recevoir une conduite d'eau, des fils télégraphiques, etc., s'il y a lieu.

La cunette est revêtue d'un enduit en ciment avec angles arrondis (rayon de 0^m10).

L'intrados de la voûte, par raison d'économie, est simplement rejointoyé au ciment.

Le trottoir destiné au service est compris entre un des pieds droits de la voûte et un petit mur avec fruit extérieur limitant la cunette de son côté.

Une main-courante en fer rond de 30 millimètres, supportée par des fers carrés de 30 millimètres scellés dans la bordure du trottoir et espacés de 1^m50 environ, est prévue tout le long du trottoir.

L'ensemble des maçonneries est recouvert extérieurement d'une chape en mortier de chaux hydraulique de 0^m10 d'épaisseur.

2° La première partie du collecteur général à ciel ouvert, celle munie d'un revêtement en maçonnerie, a une forme trapézoïdale dont la largeur au plafond va en diminuant, celle à l'ouverture en augmentant, de façon à arriver insensiblement à la largeur du canal en terrasse qui en est la suite.

Son radier est concave et le trottoir de la partie voûtée se poursuit sur la moitié de sa longueur environ.

3° Le canal en terrasse a une forme trapézoïdale avec un plafond concave de 4 mètres de largeur et 0^m30 de flèche, puis une ouverture en haut, variable avec la profondeur du radier par rapport au terrain naturel, mais toujours telle que la pente des parois latérales soit de un sur deux.

La forme très évasée donnée au canal a pour but d'augmenter le périmètre mouillé, afin de diminuer la vitesse de l'eau.

Il a été prévu, de chaque côté du canal, un chemin de service d'un mètre de largeur à gauche et de deux mètres à droite.

Débit, vitesse de l'eau. — Le débit théorique de la partie voûtée coulant à gueule-bée est de 86 mètres cubes à la seconde avec une vitesse de 3^m50. Ce débit est largement suffisant bien qu'en pratique il ne saurait être atteint par suite des dépôts accidentels, de la pose de tuyaux de conduites d'eau ou autres.

Digitized by Google

Dans le canal en terrassement, par suite des passages sous la voie ferrée de Besançon et de divers chemins, on ne peut compter, comme hauteur disponible pour le passage de l'eau, que sur 3m60. Avec un écoulement d'eau sur cette hauteur le canal, n'étant pas dégradé et étant en outre sans herbes ni autre cause accidentelle d'arrêt, pourrait débiter théoriquement 120 mètres cubes à la seconde avec une vitesse de plus de 3 mètres. Bien que ce débit soit supérieur de près de moitié à celui de la partie voûtée, qui est de 86 seulement, on ne saurait en conclure que la section donnée soit trop grande. En effet, lorsqu'une crue exceptionnelle viendra à se produire, le canal ne sera pas sans dégradations ni sans herbes et si celles-ci, au moment de la crue, sont un peu grandes, on peut affirmer que le débit du canal pourra être diminué d'un tiers; donc, si on ne veut pas d'inondation possible, il faut une section au moins égale à celle que nous avons prévue. D'autre part, la vitesse de l'eau étant très grande, la présence des herbes sera très utile pour protéger les terres contre les affouillements du courant. Non seulement il y aura intérêt à ne pas les supprimer, mais il faudra en favoriser le développement, par des semis et un bon entretien, pour conserver intactes les parois du canal.

Avec des soins peu coûteux cette herbe, qui pousse à l'amont, viendra encore mieux dans le canal où elle sera arrosée plusieurs fois chaque année par une eau un peu fertilisante et on peut espérer, avec le temps et la faible pente des berges, arriver à faire du lit du canal un véritable pré donnant lieu à un revenu pour la ville.

En dehors d'une plantation de ray-grass et des autres moyens indiqués plus haut pour réduire la vitesse des eaux et prémunir ainsi les berges contre les dégradations dues à la violence du courant, il n'y a de moyen sûrement efficace qu'un perré en pierre appliqué sur toute la surface du lit; c'est ce qu'on a été obligé de faire pour certains canaux d'alimentation du canal de Bourgogne. Mais, dans le cas particulier, l'emploi d'un perré, bien que permettant une large réduction du lit et de la dépense d'achat de terrain, serait encore un moyen par trop coûteux et dont on pourra se dispenser.

Tous les calculs de débit ont été faits en se servant des formules connues et des coefficients de frottement déterminés par M. Bazin, ingénieur en chef du canal de Bourgogne.

Digitized by Google

Bouches d'égout, aération. — Le collecteur général, faisant en même temps fonction d'égout ordinaire, est muni, sur son parcours voûté, de bouches d'égout à air libre, semblables à celles déjà construites pour les premiers tronçons du grand collecteur est. Il se trouvera donc aéré par ces bouches; il pourra l'être également par les regards placés sur son parcours.

Regards, escaliers de service. — Près de l'origine existent deux regards, l'un à droite, l'autre à gauche, munis chacun d'échelons en fer et palier et servant, d'ailleurs, non seulement aux besoins du service courant, mais aussi à des buts spéciaux, à loger les commandes des vannes du canal de décharge et de la conduite en fonte. Sur le parcours de la voûte se trouvent aussi deux autres regards également avec échelons en fer et palier de repos.

Tous ces regards sont fermés par des trappes en tôle striée, situées au niveau du trottoir et ils sont munis d'une balustrade mobile en fer que l'on dresse pendant la durée d'ouverture de la trappe.

Enfin, à l'extrémité de la voûte et arrivant au trottoir du collecteur, est établi, accolé au parement, un escalier en pierre avec rampe en fer.

CONDUITE LATÉRALE EN FONTE

DESCRIPTION — SECTION — PENTE — DÉBIT — BUT

Parallèlement au collecteur général et communiquant avec lui par son extrémité amont, existe une conduite en fonte de $1^{m}10$ de diamètre dont l'origine est au même niveau que celui du radier de la cunette du collecteur général, au point de communication.

Cette conduite, ayant son point de départ à la hauteur de la Prison départementale, a pour but de recevoir toutes les eaux d'égout. Le long de la voûte elle présente une pente de $0^{m}0005$ par mètre, inférieure à celle de cette dernière de $0^{m}0025$.

Le long du canal en terrassement elle se trouve sous le chemin de service de droite; sa pente devient alors celle du collecteur, soit $0^{m}0025$ par mètre. A son extrémité aval, munie d'une vanne, elle débouche dans une chambre en maçonnerie d'où les eaux amenées

Digitized by Google

peuvent, à volonté, être dirigées sur un terrain bordant l'Ouche ou dans la partie aval de l'émissaire.

Débit. — Son débit théorique sera, dans le cas où tout l'écoulement ne se ferait que par l'extrémité aval, de près d'un mètre cube à la seconde et, dans le cas d'une distribution répartie uniformément sur son parcours, vis-à-vis le canal en terrasse, il serait d'environ $1^{m}250$, soit dix fois le cube normal des eaux d'égout.

DISPOSITIONS ADOPTÉES A L'ORIGINE DU COLLECTEUR GÉNÉRAL

Un peu après la jonction des grands collecteurs est et sud existe, dans la cunette du collecteur général, un barrage, ayant en plan la forme d'un S allongé dans le sens du courant, partant du trottoir et s'arrêtant à une faible distance du parement de gauche du collecteur. L'ouverture, ainsi laissée, est munie d'une petite vanne en fonte. La hauteur de ce premier barrage n'est que de $0^{m}80$, inférieure, par conséquent, à la hauteur du trottoir qui est de $1^{m}20$. A l'extrémité aval se trouve un autre barrage également en maçonnerie de $1^{m}30$ de hauteur, disposé normalement au grand axe du collecteur. Vis-à-vis ce second barrage, le trottoir est lui-même relevé de façon à avoir son sol au même niveau que celui du dessus dudit barrage.

La portion de cunette comprise entre les deux barrages forme bassin ; en dehors du collecteur et à droite dudit, se trouve la chambre de prise d'eau d'égout de la conduite en fonte. Cette chambre est en communication avec le bassin et le collecteur par une ouverture de 1 mètre de largeur et 3 mètres de hauteur ; des grilles en fer sont disposées de façon à empêcher les corps solides flottants et de grandes dimensions d'arriver à l'orifice de la conduite.

Cette dernière est munie d'une vanne en fonte permettant d'arrêter à volonté l'introduction de l'eau ; cette vanne a sa commande à la partie supérieure de la cheminée surmontant la chambre.

A gauche du collecteur et vis-à-vis le bassin, est établi un canal de décharge en maçonnerie, communiquant avec le collecteur général par ses deux extrémités situées l'une avant, l'autre après le bassin et dont le radier est sensiblement au même niveau que celui de la partie de la cunette située vis-à-vis.

Digitized by Google

Une vanne en bois, placée presque à l'origine de ce canal, permet d'arrêter tout écoulement d'eau par cette voie.

Fonctionnement. — En temps ordinaire la vanne en bois du canal de décharge et celle en fonte du barrage sont baissées ; les eaux affluentes sont arrêtées, en outre, par le barrage en S jusqu'à ce que leur niveau dépasse $0^{m}80$ de hauteur. Alors elles franchissent ce premier barrage pour tomber dans le bassin ; de là, arrêtées par le second barrage, elles se dirigent dans la chambre située à la tête de la conduite en fonte.

Les matières lourdes, telles que pierres cassées, gravier, sable, etc., sont retenues par le premier barrage et viennent s'accumuler au pied de celui-ci, d'où on pourra les extraire à la main (drague à main) ou les envoyer, par des chasses périodiques à l'aide de la petite vanne en fonte, à l'extrémité de la partie voûtée du collecteur, là où la vitesse de l'eau subira un arrêt et où l'écoulement sera souvent interrompu. Cette opération ne devra, autant que possible, être pratiquée qu'au moment des grandes pluies après un premier lavage des égouts, alors que les eaux seront relativement claires.

D'autre part les matières plus légères que l'eau, mais de grand volume, étant arrêtées par le grillage situé à l'entrée de la chambre, ne pourront arriver à l'orifice de la conduite en fonte qui ne recevra dès lors que les eaux sans matières solides, lourdes ou encombrantes.

Survient-il une crue ordinaire des eaux d'égout, causée par une grande pluie ou par une petite crue de Suzon et telle que le débit affluent devienne supérieur à $1^{m3}250$ à la seconde, débit maximum de la conduite, l'excédant des eaux passera par dessus le second barrage et suivra le cours du collecteur général pour aller se jeter directement dans l'Ouche.

Si, enfin, Suzon donne lieu à une crue tout à fait exceptionnelle, c'est alors que fonctionnera le canal de décharge, qui n'est là que pour compenser la diminution de section du collecteur général, causée par les barrages intérieurs.

BUT ET USAGE DU COLLECTEUR GÉNÉRAL ET DE LA CONDUITE EN FONTE

Toutes les eaux d'égout, nous l'avons dit, sont réunies à l'origine

Digitized by Google

du collecteur général; mais, au lieu de suivre le parcours de celui-ci, elles sont dirigées sur la canalisation en fonte au moyen de la disposition spéciale que nous venons de décrire.

A l'aide de cette conduite en fonte, les eaux, par le seul fait de la pente, sont menées à la surface du sol de la plaine de Longvic et aux points hauts de cette plaine. Comme on le voit cette disposition permettra, sans machine élévatoire, une distribution facile et à volonté des eaux d'égout sur toutes les parcelles de terrain. On aura ainsi préparé les moyens d'épurer ces eaux par filtration sur le sol et d'utiliser les produits pour la culture.

Quant au collecteur général proprement dit, il ne doit recevoir, ainsi que nous venons de l'exposer, que les excédents de l'eau amenée par une crue de Suzon ou par une pluie exceptionnelle. Lorsqu'il recevra de l'eau, celle-ci ne contiendra pas de matières solides autres que celles qui, par leur légèreté, peuvent rester en suspension et, d'autre part, elle ne contiendra que peu de matières organiques puisqu'elle ne renfermera, au maximum, qu'un dixième d'eau d'égout normale (1), soit donc, au plus, environ un kilogramme de matières organiques par 10 mètres cubes d'eau, quantité minime qui lui enlève tout caractère dangereux, permet de la laisser circuler librement et de la jeter directement dans la rivière.

D'autre part, dans le parcours du collecteur à ciel ouvert, ces eaux recevront naturellement, par le seul contact de l'air de l'atmosphère et de celui dissous dans l'eau de Suzon, au moins un commencement d'épuration dont les produits pourront, ainsi que nous le disions plus haut, profiter à la plantation de ray-grass faite sur le lit du canal en terrasse.

ASSAINISSEMENT INTÉRIEUR

1° DRAINAGE DE LA MAISON — ÉGOUTS PRIVÉS

Pour chaque maison la communication avec l'égout public pourra se faire par un ou plusieurs tuyaux débouchant au-dessus du niveau

(1) La conduite en fonte pouvant débiter 1^{m3}250, soit plus de dix fois le cube moyen des eaux d'égout pures, si l'afflux des eaux dépasse le débit maximum de la conduite, ces eaux ne contiendront qu'un dixième au plus d'eau d'égout normale.

Digitized by Google

moyen des eaux. Les tuyaux d'évacuation devront, autant que possible, être extérieurs à la maison et se rapprocher de la verticale; dans tous les cas leur pente ne devra pas être inférieure à 0m05 par mètre et leur diamètre supérieur à 0m15. Ils devront tous être munis d'une fermeture hydraulique après chaque point d'évacuation et d'une grille visitable à leur origine, sauf pour les cuvettes de water-closets; ils seront établis en grès vernissé ou en fonte émaillée avec joints au plomb.

Water-closets. — Il devra y avoir un water-closet par logement prenant jour directement à l'extérieur; chaque water-closet sera muni d'une cuvette à effet d'eau reposant sur un siphon présentant un diamètre de 0m08 à 0m10 et une immersion de 0m08.

La dépense d'eau à chaque visite devra être de 7 litres au moins.

Les tuyaux de chute devront être prolongés jusqu'au haut du faîtage de la maison, de façon à servir à la ventilation des égouts et à être constamment aérés. Ils devront être prolongés, dans tous les cas, plus haut que toutes les fenêtres du voisinage dans un rayon de 15 mètres.

Eaux pluviales.— Les eaux pluviales devront être dirigées vers la partie supérieure des tuyaux de chute des water-closets ou, si la chose est irréalisable, rejoindre ces derniers avant leur débouché à l'égout et le plus loin possible de ce débouché, de façon à utiliser, le mieux possible, les eaux pluviales au nettoyage de l'égout privé.

Les tuyaux de chute d'eau pluviale seront munis d'une grille fixe et d'un siphon hydraulique de 0m50 d'immersion.

Eaux ménagères, eaux de toilette. — Les tuyaux évacuateurs des eaux ménagères ou de toilette devront, comme tous les tuyaux évacuateurs, être munis, à l'origine, d'une grille fixe pour retenir les corps solides et d'un siphon hydraulique de 0m08 d'immersion au moins. Ce siphon devra être placé dans un endroit visitable et être muni d'une petite ouverture fermée à vis, pour le nettoyage en cas de besoin.

Tous les siphons devront être ventilés.

Les communications avec l'égout public devront avoir lieu sous une incidence plus petite que 45°.

Tout égout privé, présentant une pente insuffisante (inférieure à 0m05), devra être muni d'un réservoir d'eau, à chasses intermittentes, alimenté par la distribution de la ville.

Digitized by Google

2° DES EGOUTS PUBLICS

Chaque égout public devra déboucher dans un autre ou dans un collecteur, au-dessus du niveau moyen des eaux dans ce dernier et sous une incidence de 45° au plus.

Ils seront tous visitables, aérés par les bouches d'égout et les tuyaux de chute des maisons en communication.

Bouches d'égout. — Les bouches d'égout seront écartées de 60 mètres au plus et munies d'une grille; celles, au moins, des chaussées macadamisées seront en outre munies d'un réservoir à sable destiné à retenir les matières solides; ces réservoirs seront vidés à la main par une ouverture placée sur le trottoir.

Regards. — Les regards seront établis latéralement avec l'ouverture supérieure sur le trottoir des chaussées; leur écartement sera de 100 mètres au maximum.

Curage, chasses d'eau. — Autant que possible le curage ne devra se faire que par chasses d'eau ; la réalisation de ce programme sera facile dès qu'on aura adopté les dispositions nécessaires pour empêcher la projection aux égouts des matières solides lourdes.

Nous avons déjà dit que, pour les collecteurs et pour beaucoup d'égouts, le curage se fera de lui-même sans qu'on y prenne garde. Pour les autres il sera utile de procéder à des chasses artificielles à l'aide des moyens que nous avons déjà indiqués et sur lesquels nous ne reviendrons pas.

ÉPURATION DES EAUX

SURFACES DE TERRAIN NÉCESSAIRE A L'ÉPURATION ET EMPLACEMENT

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, toutes les eaux d'égout de la ville sont amenées, au moyen d'une conduite en fonte et par le fait seul de la pente, à la plaine de Longvic. Cette plaine est constituée par une légère couche de terre végétale reposant sur une épaisse couche de gravier calcaire.

Les surfaces de terrain à occuper par les irrigations seraient, pour Dijon, de 365 hectares, si on veut une bonne utilisation agri-

Digitized by Google

cole et peuvent être réduites à moins de 36 hectares, si on veut se contenter de l'épuration stricte.

Dans le premier cas la dose serait de 10,000 mètres cubes par an et par hectare; dans le second elle serait de 100,000 mètres cubes.

De ces chiffres il résulte : 1° l'énorme différence des frais de premier établissement dans les deux hypothèses et 2° la possibilité d'appliquer la première solution, la superficie de la plaine étant supérieure à 365 hectares.

Y a-t-il, pour Dijon, lieu d'appliquer cette première solution? Nous ne le pensons pas. Les intérêts immédiats de la ville s'y opposent; son devoir strict se borne à l'épuration de ses eaux d'égout.

Au surplus l'adoption de la seconde solution n'exclut pas la première, elle ne fait que la préparer. En effet les cultivateurs, voyant la prospérité des cultures à l'eau d'égout, qui seront faites par la ville sur son domaine, se décideront peu à peu à appliquer sur leurs terrains les mêmes méthodes de culture et à demander des concessions d'eau. La plaine de Gennevilliers en offre un exemple frappant; les irrigations qui, au début, ne couvraient que quelques hectares, en couvrent maintenant près de 800. Les cultures, d'abord assez grossières, présentent aujourd'hui, presque partout, un aspect régulier, propre et soigné, accusant la prospérité par la minutie et la perfection du travail.

En résumé il y a donc un grand intérêt pécunier à se contenter, au début, de l'épuration pure et simple et cela sans compromettre l'avenir puisque, ainsi que nous venons de le montrer, la solution imparfaite donnée dans le principe à la question des eaux d'égout, en vue d'un devoir à remplir, peut devenir, par la suite, la solution complète par le seul fait de son développement.

Aussi est-ce cette solution que nous avons adoptée dans ce projet.

Ajoutons qu'elle a été rendue possible par un arrêt de la Cour de cassation, du 12 janvier 1878, qui assure, à toutes les parcelles de terrain, la facilité d'accès des eaux d'égout en admettant l'application, à celles-ci, de la loi de 1845 sur les irrigations et en permettant aux propriétaires des parcelles enclavées ou séparées d'une manière quelconque des conduites de distribution, d'obtenir le droit de passage sur les propriétés intermédiaires.

Digitized by Google

Emplacement.— Il n'existe à proximité, dans la plaine de Longvic, aucune propriété d'une étendue assez grande, d'un seul pourpris, pour remplir le but que nous nous proposons.

D'autre part, au point de vue de l'épuration, toutes les terres de la plaine sont, *a priori*, également convenables. Ce n'est donc que pour fixer les idées que nous indiquerons, ici, un groupe de parcelles qu'on pourra, si une occasion favorable se présente, remplacer par d'autres sans inconvénient.

Les parcelles sur lesquelles nous avons fixé notre choix, sont celles comprises entre le collecteur général et la ligne de Besançon ; leur ensemble constitue une surface d'environ 33 hectares.

DISPOSITIONS ADOPTÉES

Nous divisons le domaine futur de la ville en deux parties : l'une, celle au Fond des Poussots et en la Creusotte, destinée à être constamment en culture et dans laquelle on pratiquera l'irrigation à dose modérée et des cultures variées, pour montrer aux cultivateur le mode d'emploi des eaux d'égout et les avantages qu'on peut en retirer; l'autre, en la Mangeotte, subdivisée en deux parties égales dans lesquelles on pratiquera alternativement une année de l'irrigation à forte dose avec culture épuisante et l'année suivante, du colmatage en toute saison et à forte dose. Ce colmatage consiste, ainsi que nous l'avons vu pour Berlin, à couvrir d'eau, sur quelques centimètres de hauteur, les terrains destinés à cet usage, aplanis et divisés en bassins au moyen d'un léger bourrelet de terre disposé tout autour. Au bout d'une période de temps de colmatage plus ou moins longue, lorsqu'on voit les dépôts former une couche d'une certaine épaisseur, on interrompt l'irrigation, on laisse ressuyer le terrain et on fait donner un coup de charrue; après quoi on recommence l'irrigation à haute dose.

En dehors de la Mangeotte, entre le chemin de fer et l'Ouche, se trouvent une série de parcelles de moindre valeur, souvent envahies et ravagées par les crues de la rivière, en contre-bas des terres voisines et dont nous conseillons également l'achat.

Le but principal de ces parcelles sera de recevoir les eaux lorsqu'on ouvrira la vanne aval de la conduite en fonte, pour cause de

Digitized by Google

nettoyage ou autre et de servir de réceptacle aux dépôts et matières solides qui sortiront de l'extrémité de la conduite.

En même temps elles pourront être utilisées à recevoir les excédants d'eaux qu'on n'aurait pu envoyer dans les terres citées plus haut.

DISTRIBUTION DES EAUX

Les eaux sont prises sur la canalisation maîtresse en fonte au moyen de cinq conduites en béton de ciment, munies de vannes en fonte à l'origine, d'une fermeture mobile à l'autre extrémité et enfin d'une colonne en un point du parcours (Berlin, Reims, Gennevilliers).

Ces conduites, dirigées à peu près normalement à la canalisation en fonte, amènent les eaux du côté haut des terrains.

Elles sont moulées en béton de gravier et ciment, ont 0^m30 de diamètre intérieur, 0^m15 d'épaisseur, sont disposées à 1^m30 environ de profondeur dans le sol et doivent pouvoir supporter une charge de dix mètres sans se rompre ni laisser échapper d'eau. Le gravier employé sera celui trouvé dans les fouilles, convenablement nettoyé et lavé.

A son extrémité aval chaque conduite en béton sera munie d'une prise d'eau établie conformément au type déjà décrit pour Gennevilliers, Reims, etc.

Une amorce sera laissée à la conduite de béton pour permettre son prolongement ultérieur.

Le bassin est établi sur une fouille remplie de gravier damé et de façon que le radier soit au moins au niveau du sol naturel; les terres provenant des fouilles sont ramenées tout autour.

Chaque bassin possède deux petites vannes en chêne, avec cadre pris dans l'enduit, permettant l'introduction à volonté de l'eau dans les canaux principaux en planches et terrassements.

Ces canaux sont disposés à peu près parallèlement au collecteur général, aux points hauts des terrains à irriguer et fournissent l'eau à d'autres semblablement construits, descendant du côté du collecteur et munis chacun, à l'origine, d'une petite vanne en chêne avec cadre.

De ces canaux l'eau passe dans de plus petits, ou rigoles en terre battue de $0^m35 \times 0^m25$, d'où elle gagne latéralement, par de simples

Digitized by Google

saignées, les rigoles ménagées dans les terres en culture ou dans celles disposées pour les colmatages.

A l'origine des maîtresses rigoles en terre se trouve une petite vanne en chêne, maintenue par des piquets également en chêne.

La disposition adoptée pour la distribution des eaux permet d'amener celles-ci à tous les points du sol par le seul effet de la pente naturelle et cela avec très peu de terrassements.

DRAINAGE

Pour la partie réservée aux colmatages à haute dose nous avons dû prévoir la nécessité de drainer le sous-sol.

L'ensemble de la disposition consiste en drains principaux, espacés de 100 en 100 mètres, non ouverts et débouchant dans le lit du *collecteur général.*

Ces drains collecteurs sont formés par une conduite en béton de gravier et ciment de 0m20 de diamètre intérieur, 0m12 d'épaisseur et moulés en tranchée; le gravier employé pourra être celui des fouilles. Pour chacun de ces drains la profondeur de la tranchée à l'amont sera de 2m25 et la pente par mètre de 0m0025.

Les drains ouverts, recevant directement l'eau du sous-sol, seront disposés tous les vingt mètres débouchant latéralement en flèche sur le drain collecteur et présentant, dans cette direction, une pente minima de 0m0025.

Il n'en sera pas disposé dans toute la zone joignant le *collecteur général.*

DISTRIBUTION A L'EXTRÉMITÉ DE LA CONDUITE EN FONTE

La conduite débouche dans une chambre en maçonnerie de 1m30 de hauteur, munie de trois vannes de fond en chêne, dont l'une débouche sur le collecteur général et les deux autres, plus petites, sur deux canaux ouverts, construits en maçonnerie à leur origine.

L'extrémité de la conduite est munie d'une cheminée verticale en fonte de 7 mètres de hauteur, entourée de maçonnerie; elle est également munie d'une vanne en fonte.

Les deux canaux susdits se poursuivent le long du collecteur général et servent à répartir l'eau dans les rigoles en terrasse, disposées à cet effet sur ces dernières parcelles de terre.

Digitized by Google

DÉPENSES

L'ensemble des travaux d'assainissement à la charge de la ville occasionnera des dépenses pouvant se décomposer ainsi qu'il suit :

Grand Collecteur Est.	750,000 f.	
Petit Collecteur Est	220,000 »	
Collecteur Ouest (aménagement et réparations)	100,000 »	
Collecteur Sud	530,000 »	
Total pour les Collecteurs	1,600,000 f. ci:	1,600,000 f.
Collecteur Général et travaux accessoires.		1,625,000 »
Achat de terrains et leur aménagement pour l'épuration des eaux		275,000 »
Construction des petits égouts restant à créer (environ 40 kilomètres à 50 fr. le mètre)		2,000,000 »
Total général de la dépense.		5,500,000 f.

Il est à remarquer que dans cette somme se trouvent compris les frais du voûtement de Suzon et de la confection des chaussées parcourues.

REVENUS POSSIBLES

Il y a tout lieu de croire, par les exemples qu'offrent les villes où des travaux semblables ont été exécutés, que tous les propriétaires, même sans y être astreints, établiront, dans un court espace de temps, la communication entre leur immeuble et l'égout public et cela en payant une redevance.

En fixant à 60 francs, chiffre adopté dans beaucoup de villes, la redevance par immeuble, le nombre de ceux-ci étant, à Dijon, d'environ 4,000, la recette annuelle pour la ville serait de 240,000 fr.

D'autre part les eaux d'égout constituent une richesse réelle qui, pour les 3,000,000 de mètres cubes qu'on pourra utiliser à Dijon, représentent une valeur d'au moins 300,000 francs, ci . . . . . 300,000 »

A reporter. . . . 540,000 fr.

Digitized by Google

Report. . . . 540,000 fr.

(Si la ville n'en retire pas un revenu direct, dans tous les cas l'utilisation de ces eaux représente bien, au minimum, la valeur que nous avons portée et dont elle bénéficiera, ainsi que tous les détenteurs des terrains soumis aux irrigations.)

Ajoutons, enfin, que les travaux d'assainissement projetés, en diminuant la mortalité, sont, de ce fait, encore une cause de revenu indirect. En effet, sans aucun doute la mortalité pourra tomber à moins de 20 pour 1,000, étant données la bonne situation de la ville et l'excellente qualité des eaux. On gagnera donc ainsi, chaque année, au moins 300 existences humaines et en évaluant la valeur moyenne de chacune d'elle à 20,000 francs ou à un revenu annuel de 1,000 francs, ce qui n'a rien d'exagéré, on augmentera ainsi la richesse de la ville de 300,000 francs par an, ci. . . . . 300,000 fr.

Total. . . . . 840,000 fr.

L'ensemble des revenus directs ou indirects, procurés à la ville de Dijon par les travaux d'assainissement projetés, pourra donc être considéré comme égal à 840,000 francs, soit un revenu de près de 15 pour 100 du chiffre total de la dépense.

DIJON. — IMPRIMERIE DARANTIERE, RUE CHABOT-CHARNY, 65.

Digitized by Google

LIVRE V

TEXTE EXPLICATIF DES PLANCHES

PLANCHE I

1. — Mode primitif de chauffage employé du temps des Romains.

2. — Type de cheminée du XIe siècle en France ; le conduit de fumée traverse le mur obliquement.

3. — Type de cheminée à partir du XIIe siècle ; les cheminées sont toujours en pierre et monumentales, mais le conduit de fumée monte verticalement.

4. — *Cheminée de Rhumford* avec le rideau mobile inventé par L'Homond, en 1823 ; les cheminées ordinaires actuelles de nos appartements sont construites d'après les mêmes principes (page 21).

5.— *Cheminées Mousseron* pour lesquelles, afin d'éviter les grandes souches de cheminées et les poteries qui les surmontent, il n'y a à l'intérieur du mur que deux conduits pour desservir toutes les cheminées placées l'une au-dessus de l'autre aux différents étages. L'un de ces conduits sert à l'amenée de l'air neuf, l'autre au départ des produits de la combustion. Ce système ne fonctionne pas très régulièrement, la force d'ascension n'étant que de quelques millimètres d'eau. Autre inconvénient, le son se transmet facilement d'un étage à l'autre.

6. — *Cheminée Peclet.* Deux types. Elle avait pour but d'utiliser une partie de la chaleur des produits de la combustion au chauffage de l'air amené de l'extérieur dans la pièce où se trouvait la cheminée. Ces deux types sont aujourd'hui abandonnés ; ils présentaient deux inconvénients : difficulté de ramonage et mélange de fumée à l'air introduit, par suite de l'usure rapide des tuyaux en tôle.

7. — *Cheminée Descroizilles.* Le foyer est constitué par un caisson en fonte avec grille en avant. Les produits de la combustion passent dans une caisse ; de là, par trois tuyaux situés de chaque côté de la cheminée, ils se rendent dans un gros cylindre C communiquant librement avec le conduit de fumée F. Un registre R permet d'établir le tirage direct au moment de

Digitized by Google

l'allumage. Cet appareil présente le grave inconvénient de ne permettre le ramonage qu'en démontant le tout.

8. — *Cheminée Joly.* Ici, l'inconvénient précédent n'existe pas. Un registre spécial permet un tirage direct au moment de l'allumage.

9. — *Cheminée Fondet.* — L'appareil se compose essentiellement de deux boîtes en fonte reliées par une série de tubes prismatiques. L'air neuf du dehors, amené dans la boîte inférieure, monte dans la boîte supérieure en passant par les tubes prismatiques et, ainsi chauffé, s'échappe de là, dans la pièce, par deux bouches de chaleur latérales.

Cet appareil est très répandu en France. Pour le ramonage, les boîtes sont munies de deux tampons.

L'air circule assez difficilement dans les tubes, aussi l'utilisation ne dépasse pas 5 pour cent.

10. — *Cheminée Douglas Galton.* L'appareil se compose d'une grille à coquille en fonte revêtue de poteries indépendantes et surmontée d'un tuyau. La circulation de l'air se fait comme dans la cheminée de Peclet. Avec cet appareil, l'utilisation du combustible peut aller jusqu'à 40 pour cent.

11. — *Mitres en tôle.* Appareils placés au-dessus des conduits de fumée pour faciliter le tirage. (Voir d'autres types à la planche suivante).

PLANCHE II

1. — *Mitres en tôle* destinées à assurer le tirage des conduits de fumée quelle que soit la direction du vent. On en fait aussi en poterie.

2. — *Poêle en terre cuite ordinaire.* A chargement continu, sans four, sans circulation d'air, avec une double circulation des produits de la combustion. Donne une chaleur douce, mais sans renouvellement d'air pour la ventilation.

3. — *Poêle anglais Gurner* en fonte garni de nervures latérales destinées à empêcher les parois du foyer de rougir, en augmentant la surface de chauffe. Un réservoir d'eau à la base fournit la vapeur d'eau nécessaire à l'air chauffé. Cette eau doit être tenue très propre (page 24).

4. — *Poêle Joly.* C'est un poêle à alimentation continue et à double enveloppe. Il est formé de deux cylindres entrant l'un dans l'autre. Le cylindre intérieur porte une grille et un couvercle luté. On peut enlever le cylindre intérieur au moyen d'un anneau pour le transporter hors de la pièce et y mettre le combustible.

Digitized by Google

5.—*Poêle calorifère Martin.* A double enveloppe, à circulation d'air et alimentation continue.

6.—*Poêle calorifère Geneste et Carette.* Il est en fonte avec un foyer en poterie réfractaire. Une coupole au-dessus du foyer facilite la transmission de la chaleur.

7.— *Poêle calorifère Chaussenot.* Les produits de la combustion se rendent dans une coupole supérieure et descendent par des tuyaux dans une coupole inférieure d'où ils s'échappent par le conduit de fumée qui, ainsi, n'est pas visible.

L'air circule tout autour des coupoles et des tuyaux.

Poêle français Muller. A circulation d'air. Une double coupole située au-dessous du foyer sert à assurer le contact des produits de la combustion avec les parois qui doivent transmettre la chaleur.

Il est entièrement en poterie, son rendement atteint 0.93. Au point de vue hygiénique, il est parfait (page 27).

9. — *Poêle calorifère à gaz.* A été longtemps employé à l'Hôpital Saint-Louis. Il est à double enveloppe et à circulation d'air pour la ventilation. Une couronne de becs de gaz est à la partie inférieure d'un cylindre intérieur. Les produits de la combustion montent, puis redescendent entre les deux cylindres concentriques et s'échappent de là dans un caniveau situé sous le plancher. Ce caniveau apparent et recouvert d'une plaque de fonte servait aux malades à réchauffer les pieds. L'air, pour la ventilation, vient par-dessous, monte verticalement par des tuyaux situés entre les 2 cylindres où il s'échauffe et sort dans la salle par des bouches latérales.

10. — *Appareil Arnolt.* A double enveloppe et foyer doublé de poterie.

11. — *Poêle calorifère Hamelincourt.* A double enveloppe et circulation d'air.

12. — *Calorifère Boyer.* C'est un calorifère à air chaud. L'appareil est logé dans une chambre en maçonnerie à l'intérieur de laquelle l'air amené de l'extérieur vient s'échauffer avant d'être conduit aux appartements. Le foyer est surmonté d'une cloche d'où part le conduit de fumée qui se replie sur lui-même et se ramifie de façon à obtenir une très grande surface de chauffe.

PLANCHE III

La planche III représente trois types de calorifères à air chaud.

Les dessins accompagnés d'une légende explicative sont suffisamment clairs par eux-mêmes pour nous dispenser de toute explication.

Digitized by Google

Nous avons donné dans le texte, pages 28 et suivantes, des renseignements généraux sur ces appareils de chauffage ; nous n'y reviendrons pas.

Dans les trois types figurés, on peut remarquer les dispositions prises (point très important), soit pour éviter le dépôt de cendres dans les conduits de fumée, soit pour faciliter le nettoyage des mêmes conduits.

PLANCHE IV

La planche IV représente trois types de calorifères à air chaud.

Les observations que nous avons présentées au sujet de la planche précédente s'appliquent également à celle-ci.

La légende générale est également la même que pour la planche précédente.

Dans le calorifère Grouvelle, le constructeur dispose autant de sorties d'air chaud, munies chacune d'un registre au départ, qu'il y a de locaux à chauffer. Cette disposition nécessite une plus grande quantité de tuyaux, mais a l'avantage d'assurer l'indépendance du chauffage pour chacune des pièces et cela sans perte inutile de chaleur.

PLANCHE V

1. — *Calorifère à air chaud de Geneste.*

Le foyer garni de poterie est surmonté d'une cloche en fonte armée de nervures pour augmenter la surface de chauffe et éviter que la fonte ne soit portée au rouge.

Les produits de la combustion passent de la cloche dans un conduit en fonte affectant la forme semi-annulaire et divisé en 3 compartiments traversés successivement.

L'ensemble de l'appareil est logé dans une chambre en maçonnerie.

L'air neuf arrive par le bas et s'échauffe, en montant, au contact de toutes ces parois.

2. — *Calorifère à air chaud en poterie.*

Les figures n° 2 représentent, en coupes verticale et horizontale, un type de calorifère à air chaud en poterie.

Ce genre d'appareil a pour avantage d'éviter le contact de l'air à chauffer avec des parois métalliques susceptibles d'être portées à des températures trop élevées.

Les produits de la combustion circulent horizontalement à la sortie du

Digitized by Google

foyer et viennent chauffer des poteries à l'intérieur desquelles circule, de bas en haut, l'air neuf à chauffer.

3. — *Calorifère à air chaud Starb.*

Il se compose essentiellement d'un poêle carré en fonte, à parois latérales munies d'un grand nombre de nervures, logé dans une chambre en maçonnerie. L'air à chauffer entre dans cette chambre par la partie inférieure et en sort par le haut.

4. — *Chauffage Perkins.*

L'appareil représenté est un calorifère à eau chaude et à haute pression (page 36).

5. — Cette figure montre l'assemblage bout à bout des tuyaux en fer employés dans la construction des calorifères à vapeur ou à eau chaude et à haute pression. Un écrou double rapproche les deux extrémités, dont l'une, taillée en biseau, s'écrase par le serrage et forme le joint.

Depuis quelques années, le chauffage par l'eau chaude, à moyenne et à haute pression par petits tuyaux, s'est très répandu en France.

Les causes de ce développement sont d'abord l'économie de premier établissement résultant de l'emploi de surfaces de chauffe à température élevée et, par suite, d'une étendue moindre pour une quantité donnée de chaleur à transmettre. Puis la simplicité des appareils, consistant seulement en canalisations de petit diamètre, la facilité de leur conduite, enfin l'emploi de tuyaux en fer à lames rapportées qui a permis de diminuer dans de grandes proportions la longueur des circuits.

Ajoutons à cela que la construction de ces appareils ne peut être négligée à cause des pressions élevées qu'ils sont exposés à subir et des graves inconvénients résultant des moindres fuites.

Aujourd'hui, nos constructeurs spécialistes construisent couramment de ces appareils ne présentant aucun danger.

PLANCHE VI

1 et 2. — Les numéros 1 et 2 représentent deux types de chaudières pour calorifères à eau chaude et basse pression (pages 33 et suivantes).

3. — La figure 3 représente un type de chaudière pour calorifère à vapeur (page 37).

Digitized by Google

4 et 5. — Les numéros 4 et 5 représentent deux types de ventilateurs.

CHAUFFAGE DES GRANDS ESPACES ET VENTILATION

Chauffage. — Depuis quelques années de sérieux progrès ont été réalisés dans les modes des grands chauffages.

On tend tous les jours de plus en plus à substituer l'eau ou la vapeur à l'air pour le transport de la chaleur.

L'air convient moins bien que l'eau ou la vapeur pour cet usage ; en effet, avec un calorifère à air chaud, pour faire varier la quantité de chaleur transportée, il faut faire varier ou la température de l'air ou son volume ou ces deux quantités simultanément.

La température d'admission de l'air ne peut être élevée outre mesure sans inconvénient pour la santé. Dans les appareils où l'air est chauffé par l'intermédiaire de la vapeur ou de l'eau chaude, cette température reste forcément assez basse ; elle ne peut dépasser 45° à 55°. Il en résulte que, lorsqu'il faut accroître le nombre des calories transportées, on est conduit à augmenter la quantité d'air amené dans les pièces. Cette augmentation est d'autant plus grande qu'il fait plus froid.

Pendant les froids rigoureux, avec ce mode de chauffage (air chauffé par la vapeur ou l'eau chaude), le renouvellement indispensable pour assurer le chauffage d'une pièce peut atteindre sept et huit fois le volume de cette pièce par heure. On saisit aisément les désavantages d'un tel système.

Suivant M. Grouvelle (1), il y a intérêt à employer le chauffage direct, à placer les surfaces de chauffe dans les pièces ; en fait, à séparer le chauffage de la ventilation. La place des surfaces de chauffe n'est pas indifférente. Ces surfaces doivent être installées du côté des parois refroidies, de manière à combattre efficacement les courants froids descendants, qui se produisent toujours le long de ces parois.

L'établissement des surfaces de chauffe dans les pièces habitées n'a pu se faire que grâce aux progrès réalisés dans la construction des appareils et dans l'installation des canalisations.

On construit couramment aujourd'hui, pour les habitations, des appareils à vapeur et à eau chaude fonctionnant sans fuite et sans bruit.

Ventilation. — Pour amener dans les pièces la quantité d'air indispensable à la respiration des habitants on emploie deux méthodes.

(1) Ingénieur des arts et manufactures, professeur de physique industrielle à l'Ecole centrale.

Digitized by Google

Dans la première on amène l'air neuf, préalablement chauffé à la température de la pièce. La chaleur destinée à réparer les pertes par les parois est fournie directement par les surfaces de chauffe.

Cette méthode est applicable, surtout lorsque l'on dispose, pour la propulsion de l'air, de moyens mécaniques.

La seconde méthode, préconisée par M. E. Trélat (1), est l'admission directe de l'air froid, sans mélange préalable.

L'air froid est admis à la partie supérieure des pièces, au-dessus des surfaces de chauffe, de telle sorte que les courants ascendants chauds se mêlent aux veines d'air froid venant de l'extérieur.

Cette admission directe de l'air ne peut être tolérée qu'en faisant passer celui-ci à travers des vitres perforées (2) ou des plaques percées de trous de forme convenable, en le tamisant, pour ainsi dire. On obtient par ce moyen le mélange rapide de l'air froid avec l'air de la pièce.

Réglage de la température. — Nous avons déjà dit qu'au point de vue de l'hygiène, il importe que la température soit maintenue entre certaines limites et qu'elle ne puisse pas s'élever outre mesure. Une élévation exagérée est également fâcheuse au point de vue de la dépense du combustible. Le gaspillage de la chaleur, dans un chauffage non réglé, est plus grand qu'on peut le supposer. Il atteint au moins 20 0/0 de la dépense totale.

L'utilité d'un réglage méthodique est donc indiscutable.

Le plus simple est le réglage à la main ; on agit à l'aide de registres, de soupapes ou de robinets soit sur la quantité soit sur la température et la pression du fluide servant de véhicule à la chaleur.

Mais l'application des procédés de chauffage perfectionnés a amené les constructeurs à se préoccuper de cette question en se proposant pour problème de faire agir les variations de température dans les pièces sur les sources de chaleur, pour en activer ou en modérer l'action suivant les circonstances extérieures.

Ces derniers systèmes, encore peu répandus, sont appelés, en raison des services qu'ils peuvent rendre, à prendre une grande extension.

Ils consistent à agir soit sur le courant du fluide employé au transport de la chaleur soit sur la marche de la combustion dans le foyer.

VENTILATION DES LABORATOIRES ET DES AMPHITHÉATRES

D'après les études de ces dernières années et la comparaison des applica-

(1) Ingénieur des arts et manufactures, architecte en chef du département de la Seine.

(2) Ces vitres perforées (Appert frères) s'emploient aux carreaux d'imposte ou à défaut aux carreaux supérieurs des fenêtres; ils sont doublés de vitres pleines à charnière qu'on peut fermer lorsqu'il y a lieu de modérer la ventilation.

Digitized by Google

tions faites dans les principaux établissements publics, tant en France qu'en Allemagne, il résulte que, pour les grands laboratoires, la ventilation mécanique et par appel est ce qui convient le mieux, tandis que, pour les amphithéâtres, c'est au contraire l'insufflation mécanique près des individus, avec évacuation par le haut, qui serait préférable.

Pour les laboratoires, il est utile que chaque groupe d'appareils et toutes les capacités quelconques à ventiler, soient desservis par des gaînes spéciales d'aspiration, munies chacune d'une source de chaleur quelconque, brûleurs à gaz par exemple et que toutes ces gaînes particulières d'évacuation aboutissent à un collecteur commun.

L'usage du collecteur commun est indispensable car, sans cela, les gaînes correspondantes à des cheminées de niches à vapeurs acides ou autres vapeurs nuisibles risqueraient de donner lieu à des courants renversés dans tous les cas où elles viendraient à ne pas fonctionner.

PLANCHES VII, VIII & IX

Ces trois planches montrent les modes de chauffage et de ventilation qui sont employés à l'Hôpital de Lariboisière.

Pour les pavillons des hommes (planches VII et VIII) on emploie la ventilation par insufflation (système Thomas et Laurens) avec un chauffage mixte à la vapeur et à l'eau chaude (système Grouvelle).

(Ventilation par insufflation, page 17, chauffage par l'eau et la vapeur page 37 et Hôpital de Lariboisière, pavillon des hommes, page 45).

Pour les pavillons des femmes (planche IX) on emploie la ventilation par appel (page 14) et le chauffage par circulation d'eau chaude, système Duvoir et Leblanc (Calorifère à eau chaude et basse pression, pages 33 et suivantes).

Les légendes accompagnant ces planches dispensent de toute autre explication.

PLANCHES X & XI

THÉATRE LYRIQUE DE PARIS

Une coupe verticale, accompagnée d'une légende explicative, montre le mode de chauffage à l'aide de deux calorifères à air chaud et de ventilation qui est une ventilation par appel (Théâtre Lyrique de Paris, page 43).

Digitized by Google

PRISON MAZAS A PARIS

La planche X donne le plan d'ensemble de la prison avec une légende explicative.

Les six bâtiments rayonnants, contenant les cellules des prisonniers, convergent vers une salle centrale S au milieu de laquelle se trouve le bureau de surveillant et, au-dessus de ce bureau, l'autel qui, ainsi placé, peut être aperçu par tous les prisonniers depuis leurs cellules dont la porte est maintenue entr'ouverte à cet effet.

Chacun des bâtiments est partagé en deux parties égales dans le sens de la longueur, par un corridor longitudinal, sis au milieu et s'élevant jusqu'à la toiture ; ce corridor est éclairé par la partie supérieure et par un immense vitrage disposé en bout sur le pignon.

De chaque côté du corridor, le rez-de-chaussée, le premier et le deuxième étage des bâtiments sont divisés en cellules ; celles du premier et du second étage sont desservies par un balcon.

La planche XI donne le plan, une coupe longitudinale et deux coupes verticales d'un pavillon de la prison Mazas, ainsi qu'une légende explicative.

La prison Mazas offre un exemple d'application de ventilation par appel et de chauffage mixte à la vapeur et à l'eau chaude.

Chaque cellule a 3m75 de longueur, 2m00 de largeur et 3m60 de hauteur. Chacune renferme une cuvette d'aisance A, dont le tuyau de chute sert en même temps à évacuer l'air vicié et à le conduire dans une cave G communiquant avec la cheminée centrale V. L'air vicié sort des tuyaux en a et passe des caves G dans la cheminée centrale V où se produit un appel à l'aide d'un foyer constamment allumé.

Un seul générateur à vapeur fournit la chaleur à 18 calorifères à eau chaude P, fonctionnant isolément et desservant chacun l'un des 18 étages (Prison Mazas, page 46).

PLANCHE XII

OPÉRA IMPÉRIAL DE VIENNE

MODE DE CHAUFFAGE ET DE VENTILATION

C'est à M. le professeur Dr Bælm, instigateur principal des progrès réalisés dans les questions de ventilation et de chauffage en Autriche, qu'on

Digitized by Google

doit l'installation du mode de chauffage et de ventilation de l'Opéra impérial de Vienne. Cette installation a été parfaitement réussie et, bien que remontant déjà à une vingtaine d'années, elle peut toujours servir de modèle, au moins dans ses dispositions les plus importantes.

Le terrain occupé par l'Opéra de Vienne est d'environ 11,000 mètres carrés dont 8,000 sont couverts par les constructions. La plus grande longueur du bâtiment est de 121 mètres et sa plus grande largeur est de 92 mètres. La scène est une des plus vastes et des mieux disposées (1).

La salle peut contenir environ 2,700 personnes. Elle est éclairée au gaz par un lustre à 90 flammes, renforcé d'une couronne lumineuse formée de 16 réflecteurs pourvus chacun d'un groupe de 25 brûleurs, lesquels réflecteurs entourent, au plafond, l'ouverture du lustre.

La ventilation est assurée par le fonctionnement de deux ventilateurs, l'un insufflant, installé en contre-bas, l'autre aspirant, établi dans la cheminée générale d'évacuation des combles, au-dessus du lustre.

Le mouvement d'air provoqué par le ventilateur s'effectue dans la salle de bas en haut ; il profite de l'appel produit par la chaleur du lustre, augmentée de celle des seize réflecteurs du plafond. Enfin le calorique dégagé par les spectateurs contribue encore à ce mouvement général de bas en haut et à l'active évacuation de l'air vicié par le trou du lustre.

L'air pur, puisé dans des jardins compris dans le périmètre du théâtre, est échauffé l'hiver au contact de calorifères à vapeur. Cet air pénètre dans la salle, à une température de 17 à 18 degrés centigrades, par le plancher même du parterre et par les points les plus bas des loges et des galeries. Pour les deux étages supérieurs, comportant des gradins en amphithéâtre, l'air s'introduit par toutes les contre-marches, entièrement ajourées et munies de grillages à mailles fines. Enfin, pendant la saison chaude, un surcroît d'air pur et frais est insufflé dans la salle par des jours ménagés tout autour du plafond.

Les couloirs reçoivent également une certaine quantité d'air venant des chambres de préparation thermométrique réservées dans les dessous et ils sont maintenus à une température au moins égale à celle de la salle. La scène est également pourvue d'émissions d'air indépendantes et à la même température que dans la salle.

Les bouches d'émission, placées près des spectateurs, sont munies de grillages à mailles fines qui tamisent l'air, dont la vitesse à la sortie ne dépasse pas 0m30 ; aussi ne perçoit-on aucun courant sensible.

La température modérée de l'air et sa pureté entretiennent une atmo-

(1) Notes extraites d'un mémoire présenté à la Société des Ingénieurs civils de France en 1881, par MM. René Demimuid et Charles Herscher, membres de la Société.

Digitized by Google

sphère fraîche et agréable que l'on ne trouve pas dans nos salles de théâtre françaises.

L'appareil d'insufflation est un ventilateur à hélice mesurant 3m50 de diamètre à l'extérieur. Il comporte au centre un noyau plein accompagné de deux cônes conducteurs, l'un en avant, l'autre en arrière. Ce ventilateur fournit en été jusqu'à 110,000 mètres cubes d'air par heure. Le chiffre ordinaire est de 80,000 à 85,000 correspondant à 30 mètres cubes par spectateur, en supposant toutes les places occupées.

Le ventilateur d'aspiration établi dans la cheminée générale d'évacuation au-dessus du lustre est une simple hélice ordinaire ; son utilité paraît douteuse.

Les deux ventilateurs sont mus par une même machine à vapeur installée dans les caves.

L'air servant à la ventilation est puisé dans l'atmosphère des jardins réservés sur les côtés du théâtre, au moyen de deux grands puits de 6m00 sur 4m00 de section ; de ces puits, il passe dans un souterrain de 7m50 de hauteur formant un grand réservoir où, l'été, des jets d'eau froide, retombant en pluie fine, ont pour effet de produire un certain rafraîchissement ; puis l'air arrive au ventilateur d'insufflation qui, suivant le nombre de tours auquel il fonctionne, en envoie dans la salle plus ou moins, selon les saisons.

En avant du ventilateur le canal d'arrivée mesure 2m40 de diamètre ; il s'élargit ensuite à l'endroit du ventilateur, où il atteint 3m50 et se rétrécit au delà pour ne plus avoir que 4m²50 de section.

Ledit canal communique, en contrebas du parterre, avec un vaste espace d'une étendue correspondante à la salle, y compris la partie occupée par les couloirs.

Cet espace se divise en trois étages superposés ayant chacun son rôle particulier.

L'étage inférieur reçoit l'air venant du ventilateur. Il est divisé en chambres distinctes correspondant respectivement au parterre, aux loges et aux couloirs ; chaque division se trouve pourvue d'un registre spécial pour régler l'introduction de l'air.

L'étage intermédiaire, divisé d'une manière semblable, est muni d'appareils de chauffage à vapeur, indépendants pour chacune des chambres.

18,000 mètres de tubes en fer étiré, de 25 millimètres de diamètre intérieur, groupés par batterie à dilatation libre et fonctionnant à la pression de 5 atmosphères, forment l'ensemble des surfaces de chauffe.

Enfin l'étage supérieur, qui se trouve directement situé sous le parterre et les couloirs qui l'enveloppent, est formé de chambres de mélange répondant aux divisions des étages inférieurs.

Digitized by Google

L'air froid peut arriver directement du bas jusqu'à l'étage supérieur des dessous par des gaînes verticales cylindriques de 0^m95 de diamètre, traversant l'étage moyen. Cet étage moyen est lui-même en communication directe, soit avec celui du dessus, soit avec celui du bas, par des ouvertures annulaires concentriques aux susdites gaînes de 0^m95. L'arrivée de l'air, froid ou chaud, dans les chambres de mélange se règle au moyen de cloches en tôle disposées au-dessus des gaînes et au-dessus des ouvertures annulaires. Par un mécanisme ingénieux on fait monter ou descendre ces cloches à volonté et indépendamment pour chaque série de chambres.

On a donc ainsi la possibilité de régler à tout instant la température ou la ventilation des diverses parties du théâtre. Toute cette direction est concentrée entre les mains d'un chef de service.

Pour les fauteuils d'orchestre et les places de parterre, la chambre de mélange est placée immédiatement au-dessous. C'est une vaste salle dans laquelle se trouvent les moyens de modifier instantanément le régime de chacune des places de l'orchestre et du parterre ; le résultat obtenu est parfait.

Les loges sont moins bien partagées ; elles prennent leur air sur les couloirs, au moyen d'ouvertures ménagées dans le bas des portes.

Les couloirs ayant à fournir l'air aux loges sont munis à cet effet d'orifices d'introduction d'air pur ayant d'importantes sections.

Les sections d'introduction d'air pur atteignent une surface totale de près de 3^{m2} par couloir de loges, de 55^{m2} pour l'orchestre et le parterre, et d'environ 10^{m2} pour les corridors du parterre, des troisième et quatrième galeries, soit une surface totale de 75^{m2}.

Ne sont pas compris dans ce chiffre, environ 20^{m2} de section d'introduction supplémentaire d'air frais, susceptible d'être fourni par les orifices réservés à cet effet tout autour du plafond. Cet air frais additionnel, auquel on n'a recours que dans la saison chaude, provient directement d'un canal d'été spécial réservé en contre-bas de tous les autres et commandé par un registre placé un peu en arrière du ventilateur d'insufflation.

Voyons maintenant la marche de l'air vicié.

Cet air sort des loges et des galeries pour monter, avec celui qui vient du parterre, vers le haut de la salle et s'échapper par la cheminée du lustre et les seize petites cheminées des foyers à réflecteurs.

Dans les amphithéâtres des troisième et quatrième galeries, où se trouvent réunis de nombreux spectateurs et où les plafonds remontent vers l'arrière, l'air vicié est plus spécialement appelé dans des gaînes qui partent des points hauts de ces plafonds et qui aboutissent, en passant au-dessus de la salle, dans l'espace cylindrique annulaire où s'élèvent les seize cheminées métalliques des foyers à réflecteurs.

Digitized by Google

L'air à évacuer, provenant de tous les points de la salle, se réunit, en définitive, dans une chambre centrale au-dessus du lustre, pour s'échapper par une cheminée de 4m10 de diamètre dans laquelle se trouve installée l'hélice d'aspiration dont nous avons déjà parlé.

Enfin la cheminée est surmontée d'un grand chapeau mobile, muni d'un écran orienté par le vent, pour faciliter encore la sortie de l'air vicié.

Ajoutons, en terminant, que, pour pouvoir profiter d'une façon satisfaisante de cet ensemble de dispositions et en recueillir les résultats obtenus, il faut en outre une organisation de service complète et compétente.

A l'Opéra de Vienne la direction du chauffage et de la ventilation se trouve concentrée entre les mains d'un ingénieur et cela en un point unique, situé immédiatement sous la salle, près des chambres de mélange dont nous avons parlé. Ledit ingénieur, sans se déranger de son cabinet, ouvre ou ferme les registres d'aération et, guidé par les indications qui lui sont fournies au moyen de thermomètres électriques correspondant aux différentes parties de la salle, il distribue, suivant les besoins, l'air frais ou chaud et assure ainsi, à toutes les places et à tout instant, une température et une ventilation convenables.

Le mode de chauffage et de ventilation de l'Opéra impérial de Vienne a depuis été reproduit, au moins dans ses dispositions essentielles, dans le théâtre de la Monnaie, à Bruxelles, et dans les théâtres de Genève et de Francfort.

PLANCHE XIII

APPLICATIONS DES LAMPES A GAZ INTENSIVES WENHAM A L'ÉCLAIRAGE ET A LA VENTILATION

Les lampes Wenham sont à flamme renversée et les produits de la combustion s'échappent par un conduit central ; elles sont construites sur le principe de *la récupération* (1) de la chaleur produite par le brûleur élevant à une haute température l'air de l'alimentation de la flamme.

L'anneau lumineux de ces lampes projette des rayons verticalement, de haut en bas, sans ombre portée. La flamme est blanche, fixe et régulière. La combustion du gaz est complète.

Ces lampes, à lumière égale, brûlent beaucoup moins de gaz que les becs

(1) Il existe d'autres lampes à récupération, telles sont celles de Cromartie, Grégoire, Godde, etc., etc.

Digitized by Google

ordinaires ; l'économie réalisée peut aller jusqu'à 60 pour cent. En comptant le gaz à 0 fr. 25 le mètre cube, la dépense ne s'élève pas au delà de 0 fr. 017 par heure et par lampe Carcel tandis qu'avec les becs ordinaires, elle atteint 0 fr. 037 et avec la lumière électrique, au moins 0 fr. 045.

Au point de vue hygiénique, elles présentent en outre un immense avantage : celui de constituer un agent puissant de ventilation dans les locaux où elles sont installées.

En effet, en faisant communiquer la cheminée centrale avec une gaîne d'évacuation d'air vicié, on arrive ainsi à se débarrasser des produits de la combustion du gaz d'éclairage et à entraîner l'air vicié des locaux que ces lampes éclairent.

Cette combinaison a pour résultat de tourner en faveur de l'emploi du gaz un défaut qu'on reproche souvent à celui-ci : je veux parler de la chaleur qu'il dégage en brûlant.

Dans un appartement les lampes à récupération peuvent être placées près du plafond et former le centre d'un motif de décoration.

La chaleur dégagée par les produits de la combustion est suffisante pour déterminer une bonne ventilation.

D'après les calculs de M. A. Pot (1), une pièce de 250 mètres cubes de capacité, éclairée par quatre lampes à récupération d'une puissance lumineuse totale de 16 lampes Carcel, peut avoir son air renouvelé entièrement toutes les heures avec une vitesse d'écoulement de 2 mètres environ et une gaîne d'air vicié ayant $0^{m}22$ de côté. L'emploi des lampes Wenham, disposées pour produire la ventilation en même temps que l'éclairage, permet de réaliser une économie notable.

En effet, pour obtenir la même ventilation que ci-dessus avec une cheminée d'appel ordinaire, la quantité de gaz à brûler serait de 560 litres valant 0 fr. 14, à raison de 0 fr. 25 le mètre cube.

Or, les quatre récupérateurs devant brûler chacun 170 litres à l'heure, pour fournir un éclairage total de 16 lampes Carcel, le prix de l'éclairage qui était de :

$$4 \times 0{,}170 \times 0{,}25 = 0 \text{ fr. } 17$$

se trouve réduit à :

$$0 \text{ fr. } 17 - 0 \text{ fr. } 14 = 0 \text{ fr. } 03$$

soit 0 fr. 002 par Carcel-heure.

Depuis longtemps déjà (Docteur Tavignot, en 1858) il a été question d'utiliser les chaleurs perdues de la combustion du gaz d'éclairage à la venti-

(1) Extrait du compte-rendu du 14e Congrès de l'industrie du gaz, tenu à Nancy en 1887.

Digitized by Google

lation ; néanmoins, jusqu'à ces dernières années, peu d'applications avaient été faites.

L'emploi des lampes à gaz à récupération, et particulièrement des lampes Wenham, rend la solution du problème facile et de nombreuses applications se font aujourd'hui avec le succès le plus complet.

En résumé, les lampes Wenham donnent une flamme blanche, fixe, régulière, sans aucun tremblottement ; elles brûlent le gaz d'une façon complète. Elles conviennent non seulement pour un éclairage de luxe, mais aussi pour un éclairage industriel, puisque, ainsi que nous l'avons déjà dit, à intensité égale de lumière, elles consomment beaucoup moins de gaz que les brûleurs ordinaires. Enfin, au point de vue hygiénique, qui nous intéresse plus spécialement, elles permettent, on ne peut mieux, d'obtenir, sans autre frais que ceux d'installation, une ventilation suffisante des locaux éclairés et cela sans aucun mélange avec l'atmosphère de ceux-ci, des produits de la combustion du gaz d'éclairage.

Les figures 1, 2, 4 et 5 montrent quelques-unes de ces dernières applications pour une lampe seule ; la figure 3 représente une rosace métallique ajourée ; c'est par les vides de cette rosace que l'air ayant servi s'échappe pour gagner la gaîne d'air vicié.

Les fig. 6 et 7 de cette planche et 1 de la planche suivante représentent des lustres en rosaces d'un puissant effet comme éclairage, ventilation et décoration ; les rosaces sont en bronze ciselé et ajourées pour laisser passer l'air vicié.

Ces lustres de plafond ou couronnes cintrées lumineuses conviennent pour l'éclairage des théâtres, des salles de concert, des cirques, des grands salons de réception, etc., etc.

La salle du restaurant Tourtel, à l'Exposition de 1889, salle de dimensions gigantesques, était éclairée et ventilée par deux lustres de plafond (fig. 7) dont les rosaces à jour permettaient l'évacuation à l'air libre des produits de la combustion des lampes et des lustres de forme ordinaire établis en d'autres points de la salle, ainsi que de l'air vicié et des émanations habituelles d'une salle de restaurant où 3,000 repas étaient servis journellement.

Tous les visiteurs de l'Exposition de 1889 ont pu voir également, au Palais du Gaz, le lustre en couronne lumineuse (fig. 1, planche XIV) servant à éclairer la salle à manger du premier étage.

Ces lustres présentent, pour les salles à manger, des avantages qu'il importe de signaler.

Aucune chaleur n'est produite dans la salle qui est brillamment éclairée, sans que les convives aient à souffrir de la réverbération ou de la chaleur causée par les lustres ordinaires. Tous les produits de la combustion et l'air

Digitized by Google

vicié de la pièce sont conduits à l'extérieur par l'active ventilation de la rosace.

PLANCHE XIV

Dans cette planche le n° 1 représente un lustre rosace de plafond dont nous avons parlé précédemment.

Les autres numéros ont trait à des installations de bains particuliers.

Pour ces installations, qui jouent un rôle si important dans la vie et exercent une si grande influence sur la santé, nous sommes, en France, bien en retard particulièrement sur nos voisins d'Outre-Manche et sur les Américains. Nous avons déjà dit, en parlant de la maison anglaise, que, dans toutes les habitations d'une valeur locative de 1,200 francs et au-dessus, et que, même dans beaucoup de logements à bon marché, on trouve un cabinet de bain bien installé et souvent une distribution d'eau chaude adjointe à celle d'eau froide (page 336).

En France nous avons cependant des constructeurs pouvant livrer d'excellents appareils à des prix très modérés : Delaroche, Flicoteaux, Piot, etc., etc.

Pour les logements en location, lorsque la dépense doit être faite par le locataire, il faut des appareils mobiles.

Dans cette catégorie entrent :

1° Les baignoires accompagnées d'un thermosiphon, avec ou sans chauffe-linge, chauffé au bois, au coke ou au gaz ; le prix total varie de 300 à 450 francs.

La durée du chauffage est d'une demi-heure, encore faut-il couvrir la baignoire.

2° Les baignoires avec chauffe-bains indépendants chauffés au bois, au coke ou au gaz.

La fig. 5, planche XV, représente une de ces installations économiques faites par la maison Flicoteaux ; le chauffage est au gaz et il suppose une distribution d'eau dans la maison ; il a l'avantage de donner immédiatement de l'eau chaude pour la toilette. Le prix de revient est d'environ 450 francs.

Les installations précédentes sont économiques, peuvent s'établir partout, mais ont le grand inconvénient de ne pas permettre la vidange des baignoires autrement qu'à la main.

Dans les installations à demeure, au contraire, les baignoires peuvent être munies de soupapes de vidange permettant d'écouler les eaux ayant servi par une canalisation spéciale. Rappelons que cette canalisation doit être munie, à son départ, d'un siphon hydraulique facilement visitable et que

Digitized by Google

l'ensemble des appareils, lorsqu'il s'agit surtout d'une installation à l'étage, doit reposer sur un terrasson en plomb destiné à recueillir toutes les eaux perdues.

La fig. 2 montre une de ces installations avec chauffe-bains au gaz (Flicoteaux). A est le tuyau d'eau froide, B celui d'eau chaude, C celui d'expansion et D le tuyau de trop plein.

L'appareil à chauffer l'eau utilise aussi complètement que possible la chaleur du gaz par l'emploi d'une surface de chauffe tubulaire. Il donne de l'eau chaude aussitôt après l'allumage du gaz et on n'a à craindre aucune détérioration de l'appareil si on laisse brûler le gaz pendant longtemps sans prendre d'eau. L'appareil est construit entièrement en cuivre et le gaz est brûlé dans des becs Bunsen.

La durée du chauffage d'un bain est de 15 minutes environ.

La fig. n° 3 montre une autre disposition (Delaroche) d'une installation analogue avec le mode de départ des eaux de vidange.

Le chauffe-bains permet de donner de l'eau chaude à peu près instantanément, c'est-à-dire qu'aussitôt allumé, il laisse couler de l'eau chaude soit par le robinet N, soit par le déversoir I. Il se chauffe au gaz. Il doit être mis en charge d'eau au moyen du robinet H avant d'être en service.

Donc, lorsqu'on veut prendre un bain ou avoir de l'eau chaude pour la toilette, il faut ouvrir en plein le robinet d'eau froide H jusqu'à ce que l'eau coule par le déversoir I, puis allumer le gaz en ouvrant en plein le robinet G et tourner le robinet allumeur F, ensuite régler le débit du robinet H, suivant la température plus ou moins élevée qu'on désire donner à l'eau.

N est un robinet de service servant à prendre de l'eau chaude pour la toilette ou pour d'autres usages.

Le tuyau d'amenée du gaz doit avoir 20 millimètres de diamètre et le compteur doit être de 10 becs.

La fig. n° 4 montre une installation plus complète avec chauffe-bains à pression et douche, de Delaroche et ses neveux.

Le chauffe-bains à pression a pour but de donner sur la douche une pression d'eau chaude équivalente à la pression d'eau froide ; il est construit habituellement pour supporter une pression d'eau maxima de 15 mètres ; il n'a pas besoin d'être placé dans la salle de bains même, il peut être logé ou à côté ou à distance ou au-dessus ou au-dessous ; il se fait à l'usage du charbon, du coke ou du gaz.

La figure et la légende suivante indiquent suffisamment l'installation et la marche des appareils :

A. — Chaudière close.
B. — Bouchon de vidange.
C. — Tuyau de fumée.
D. — Fourneau.

Digitized by Google

E. — Baignoire.
F. — Marche en bois.
G. — Terrasson en plomb.
H. — Cuvette de vidange.
I. — Douche écossaise en pluie.
J. — id. id. en jet.
K. — Mélangeur.
L. — Robinet de baignoire.
M. — Bac d'alimentation.
N. — Tuyau d'alimentation.
O. — Robinet à flotteur.
P. — Robinet d'arrêt.
Q. — Trop-plein.
R. — Alimentation de la chaudière.
S. — Tuyau d'eau froide.
T. — Robinet d'eau froide.
U. — Tuyau d'eau chaude.
V. — Robinet d'eau chaude.

L'usage de l'eau chaude à robinet libre est le complément indispensable d'une installation confortable, pour le service du bain, de la douche, du cabinet de toilette, de la laverie, etc., etc. Ainsi que nous l'avons déjà dit en parlant de la maison anglaise, cet usage est très répandu en Angleterre ainsi qu'en Amérique. Le chauffage de l'eau ne coûte pour ainsi dire rien ; on utilise les chaleurs perdues du fourneau de cuisine allumé, au moins deux fois par jour et qui peuvent donner sans chauffage spécial 150 à 250 litres d'eau chaude par jour, quantité suffisante pour les besoins ordinaires.

La (fig. 5) montre une installation de ce genre très bien comprise et construite couramment par la maison Delaroche et ses neveux de Paris.

Dans le fourneau de cuisine est un bouilleur E attenant au foyer et mis en communication, par deux tubes G et H, avec un récipient F placé dans la cuisine même. L'eau chaude contenue dans le récipient F se distribue comme l'eau froide, dans l'habitation ou l'appartement, aux points désignés, c'est-à-dire au bain A, au chauffe-linge R, à la douche O, à la toilette S, etc., etc.

La canalisation d'eau chaude K peut se faire en plomb, mais, par suite de la trop grande dilatation de ce métal, il est préférable de la faire en cuivre.

La figure 5 et la légende explicative suivante permettent de se rendre compte facilement de la disposition d'ensemble et de la marche des appareils :

A. — Réservoir d'eau froide.
B. — Tuyau d'arrivée d'eau froide.
C. — Robinet flotteur.
D. — Fourneau de cuisine.
E. — Place du bouilleur.
F. — Récipient d'eau chaude.
G. — Ascension d'eau chaude.
H. — Retours d'eau chaude.
I. — Robinet d'eau chaude.
J. — Alimentation du récipient.
K. — Distribution générale d'eau chaude.
L. — Eau chaude à la douche et à la baignoire.
M. — Eau chaude au chauffe-linge.
N. — Eau chaude à la toilette.
O. — Douche (mélangeur).
P. — Douche en pluie.

Digitized by Google

Q. — Baignoire.
R. — Chauffe-linge.
S. — Toilette.
T. — Eau froide à la douche et à la baignoire.
U. — Eau froide à la toilette.
V. — Expansion d'eau chaude.
X. — Retour d'eau chaude au récipient.

PLANCHE XV

1. — Cette figure montre la coupe verticale d'un type de poêle mobile, construit par Jacquemin et ayant un foyer céramique ainsi qu'une triple enveloppe. L'air servant à la combustion pénètre dans le poêle par des ouvertures situées à la partie supérieure, s'échauffe en traversant l'espace annulaire intermédiaire et vient, à une température élevée, alimenter le foyer à la fois par-dessous le cendrier et par-dessus la couche de combustible en ignition. Cet appareil présente de bonnes dispositions pour atténuer, dans la mesure du possible, les inconvénients reconnus aux poêles mobiles (page 26).

POÊLE FIXE JACQUEMIN AVEC PRISE D'AIR EXTÉRIEUR

Il présente un foyer et une disposition générale, semblables à ce que nous avons déjà dit pour le poêle mobile. Les fig. 2 et 3 sont assez claires par elles-mêmes pour ne nécessiter aucune explication; ajoutons toutefois, pour compléter la description du foyer, que ce dernier se compose d'un groupe de briquettes, munies d'échancrures dont l'assemblage forme les carneaux de fumée et ayant chacune au centre une galerie verticale, livrant passage à l'air surchauffé et un embranchement débouchant dans le foyer.

Ce poêle permet de brûler du combustible de mauvaise qualité ou mélangé d'une certaine proportion de pulvérulents ; il est également satisfaisant au point de vue hygiénique, puisque l'air neuf, chauffé et envoyé par les ouvertures du socle dans la pièce où il se trouve, ne subit pas le contact de parois portées à une température trop élevée. Le réglage s'obtient au moyen d'une rosace H dépendante du couvercle et agissant sur l'entrée de l'air destiné à alimenter le foyer.

CALORIFÈRE A AIR CHAUD DE MICHEL PERRET

La particularité de ce calorifère consiste en son foyer à étage dont les applications industrielles sont multiples.

Digitized by Google

Chaque étage est formé d'une dalle réfractaire d'une seule pièce, légèrement cintrée pour en augmenter la solidité et éviter les inconvénients de rupture que pourrait amener la dilatation. La façade du foyer est percée de quatre ouvertures superposées, garnies de portes qui servent à l'introduction et à la manœuvre du combustible sur les étages et à l'extraction des résidus du cendrier.

La combustion s'opère à l'air chaud ; à cet effet on utilise le rayonnement de la plaque de devanture en fonte, en disposant devant elle une porte en tôle qui fait fonction d'écran. L'air d'alimentation est forcé de passer entre ces deux portes ; il se rend ensuite à chaque étage par de petites ouvertures, pratiquées dans les portes et que le chauffeur peut restreindre ou augmenter au moyen de réglettes glissantes.

Pour la mise en train on fait, dans le cendrier ou dans un petit foyer à grille adjoint, un feu flambant de manière à porter au rouge l'ensemble des étages. A ce moment on les garnit tous d'une première couche de combustible en poussière qui, au contact des dalles chauffées au rouge, entre en ignition.

La manœuvre régulière consiste alors à faire descendre le combustible d'étage en étage, en recouvrant la première dalle devenue libre d'une nouvelle couche de combustible frais qu'on étale convenablement, de manière à laisser libre la circulation entre les divers étages.

Ce genre de foyer permet d'arriver à l'épuisement complet du combustible et on ne trouve dans le cendrier aucune trace de matière charbonneuse.

Le tirage peut être réduit à son extrême limite et l'introduction de l'air se régler d'une façon tout à fait précise.

On peut faire consommer au foyer, sans nuire à la régularité de son allure, une quantité de combustible qui passe du simple au quadruple ; les chiffres courants sont de 2 à 8 kilogrammes par heure et par mètre carré de la surface supérieure d'un étage.

Dans le calorifère à air chaud, l'air froid monte derrière le foyer par un carneau qui s'ouvre sur la droite, lèche une première rangée de tubes à fumée placés sous une tôle horizontale, se retourne à l'extrémité de celle-ci pour revenir le long d'une seconde rangée de tubes à fumée et se rend dans une chambre où se font les prises d'air chaud pour le chauffage.

Ce calorifère, permettant, avec son foyer, de brûler d'une façon complète des combustibles pulvérulents, présente sur les autres, munis de foyers ordinaires, une économie de 50 pour cent dans la dépense de combustible.

Pour les emplois ordinaires il ne demande à être chargé que deux fois par jour.

Au point de vue hygiénique il est également satisfaisant, car l'air à

Digitized by Google

échauffer ne se trouve pas en contact avec des parois métalliques portées à une température trop élevée.

Dalles perforées. Un perfectionnement important a été apporté récemment, par M. Michel Perret, à ces foyers. Ce perfectionnement consiste dans l'emploi de dalles réfractaires *perforées*.

Les avantages qui en résultent sont :

1° Une activité plus grande de la combustion,

2° Une absence complète de soins pendant les intervalles de chargement,

3° Une main-d'œuvre moins fatigante par la chute naturelle du combustible par les orifices des dalles,

4° Une réduction du volume de ces foyers et par suite des frais d'installation.

Ces nouveaux foyers permettent de brûler les poussières les plus pauvres de houille, d'anthracite, de coke, de tourbe et de lignite.

5 et 6. — Voir le texte de la planche précédente.

7. — Filtre Maillé — (décrit page 62).

8. — Filtre Maignen — (décrit page 63).

On en fait aussi de portatifs à l'usage de l'armée ; ils ont rendu de grands services aux troupes anglaises dans leurs expéditions au sud de l'Egypte.

Voici, à ce sujet, un extrait du rapport de M. le docteur Vallin, sur les filtres à l'Exposition d'Hygiène de Londres (1888), relativement aux filtres Maignen.

« Le filtre Maignen agit d'une façon à la fois chimique et physique et, outre une clarification complète, il a pour effet de retenir les matières en dissolution dans l'eau.

« Voici les résultats obtenus en présence du Jury des récompenses dont nous faisions partie.

« Dans un filtre en plein fonctionnement, on verse 15 grammes d'acétate de plomb liquide ; au bout d'un quart d'heure, cette eau filtrée traitée par le sulphydrate d'ammoniaque ne donne pas la moindre coloration noire. Dans le même filtre, ou dans un autre qui n'a pas encore servi, on verse de la même manière une solution de sulfate de fer ; le cyanure jaune de potassium ne donne pas, avec l'eau filtrée, la teinte bleue caractéristique, pas plus que le sulphydrate d'ammoniaque ne donne la teinte noire. On prend de l'urine fermentée dont une seule goutte, versée dans un verre à réactifs, amène la décoloration immédiate d'une solution faible de permanganate de potasse. On jette dans le filtre un demi-verre de cette urine ; l'eau filtrée recueillie, au bout d'un quart d'heure, ne décolore pas la solution simplement rosée de permanganate, et cette coloration persiste encore au bout d'un quart d'heure et plus.

« Devant le Jury, l'on a versé dans le filtre une bouteille de vin rouge

Digitized by Google

contenant 8° d'alcool pur; au bout de quelques instants, il a passé un liquide parfaitement incolore, presque aussi insipide que de l'eau pure, ayant cependant un goût plat et fade comme de l'eau à laquelle on a ajouté quelques gouttes d'alcool.

« De même, l'eau perd environ la moitié de ses degrés hydrotimétriques après avoir traversé le filtre.

« Il n'est pas douteux qu'il se produit là des phénomènes très remarquables. Sans doute, on connaît depuis très longtemps la propriété qu'a le charbon de fixer les principes minéraux et même les matières animales en dissolution dans l'eau, mais l'action ici est beaucoup plus rapide et beaucoup plus vive; elle doit tenir en partie à l'état de division extrême de la poudre Carbo-Calcis qui adhère au tissu d'amiante; il se fait là, soit des oxydations, soit des attractions moléculaires, dont les physiciens et les chimistes n'ont pas encore parfaitement expliqué le mécanisme.

« Sait-on pourquoi le charbon qu'on vient d'éteindre peut absorber 80 à 90 fois son volume de gaz ammoniaque, sulfureux ou chlorydrique?

« En outre, la couche de poudre impalpable qui se dépose sur la surface externe de l'amiante paraît capable de retenir les éléments morphologiques les plus fins. »

9. — Elle montre une fontaine filtrante à grand débit, du système Maignen.

Elle comporte quatre appareils filtrants groupés deux à deux et placés dans le réservoir alimenté par la distribution ; l'eau, filtrée après sa traversée des appareils, est recueillie ainsi que le montre la figure. Ici l'organe filtrant est en forme de soufflet. Il est formé par une chausse de coton ou mieux d'amiante, à l'intérieur de laquelle sont placés des diaphragmes en grès verni, cannelés et perforés pour la détendre. A l'extérieur des anneaux en grès ou des cordes d'amiante la compriment sur les diaphragmes en produisant des plis et en augmentant ainsi la surface filtrante. La chausse est recouverte, extérieurement d'abord, de Carbo-Calcis en poudre impalpable puis de Carbo-Calcis en grains. Le filtrage se fait de l'extérieur à l'intérieur.

Une fontaine filtrante à quatre éléments, comme celle représentée par la figure 9, peut débiter de 160 à 800 litres à l'heure et coûte environ 650 fr.

10. — Nous donnons ici, bien que cela sorte un peu de notre cadre, l'appareil Maignen avec lequel on arrive à réduire notablement le degré hydrotimétrique des eaux chargées de carbonate ou sulfate de chaux.

L'eau à épurer passe sur une roue hydraulique A. Le mouvement de cette roue fait sortir du récipient B la quantité voulue d'anti-calcaire ; si l'eau arrive vite l'anti-calcaire, qui est en poudre, tombe vite aussi.

Digitized by Google

Le mélange du réactif avec l'eau se fait naturellement par le courant qui va en augmentant à mesure que l'eau descend en C ; lorsque l'eau arrive en K la réaction chimique est terminée ; il ne reste plus qu'à opérer la clarification.

Cette opération a lieu dans le bac décanteur D. L'eau descend en L et remonte à l'intérieur du cône renversé M muni de chicanes de forme particulière. Dans ce mouvement ascendant, les dépôts se forment dans les espaces W, où le courant ne se fait pas sentir.

Quand l'appareil fonctionne lentement et par intermittence, on obtient une clarification parfaite.

En y adjoignant un filtre on peut ainsi obtenir une eau propre aux usages domestiques.

APPAREILS CARRÉ

La maison Carré, constructeur à Paris, a fait faire un très grand progrès, en France, à la question si importante d'assainissement et de distribution intérieure d'eau destinée aux usages domestiques.

11. — Citons tout d'abord son filtre qui présente l'immense avantage de pouvoir se nettoyer fréquemment et efficacement, sans démontage, par un simple tour de robinet provoquant une chasse *d'eau filtrée* à travers la matière filtrante.

D est la conduite d'amenée d'eau, T est le petit tuyau d'alimentation dont on peut régler le débit à l'aide du robinet A, R est le réservoir d'eau *filtrée et aérée* se renouvelant à chaque puisage au moyen des robinets figurés par côté ; enfin P est le robinet de purge que l'on ouvre chaque fois que l'on veut nettoyer la matière filtrante et tout le filtre à l'aide d'une chasse d'eau filtrée.

Le filtre est formé d'une matière imputrescible.

12. — Un autre appareil très ingénieux, dû au même constructeur, est le Réservoir-Elévateur d'eau. Il se compose essentiellement d'un cylindre fermé hermétiquement, placé verticalement ou horizontalement, suivant l'emplacement dont on dispose, dans un sous-sol ou une cave de la construction.

A sa partie inférieure se trouve, d'un côté, un robinet spécial d'arrivée d'eau avec clapet de retenue et, de l'autre, un robinet de sortie ; de plus, toujours à sa base, existent un robinet de puisage ou de vidange et un autoclave pour le nettoyage, s'il y a lieu. A hauteur convenable un bouchon à vis permet le renouvellement de l'air ; enfin, à sa partie supérieure, un manomètre indique les pressions subies par l'air et l'eau.

Digitized by Google

Les avantages de ce réservoir sont nombreux. Installé en sous-sol, en cave ou en rez-de-chaussée, il n'entraîne aucune dépense ni aucune surcharge pour la construction.

Par l'emplacement du réservoir l'eau est à l'abri de la chaleur et de la gelée.

L'appareil étant hermétiquement clos, l'eau qu'il contient en pression utile pour tous les services est absolument à l'abri de toutes poussières, agents extérieurs et contaminations organiques ou minérales.

Aucune inondation, aucun débordement et dégâts en résultant ne sont à craindre, puisque l'appareil est non seulement étanche, mais placé au point le plus bas de la construction.

Dans l'immeuble même, les sujétions qui résultaient d'une triple conduite de refoulement, de distribution et de trop-plein, nécessaires au réservoir de comble, sont supprimées et réduites à celle de la colonne unique de distribution du Réservoir-Elévateur.

13. — Pour suppléer, à la ville, aux dépressions de conduite qui atteignent surtout les étages supérieurs, M. Carré a imaginé des Elévateurs d'Eau qu'il place à ces étages. Ces élévateurs ont des capacités réduites de 20 à 100 litres et la quantité d'eau qu'ils contiennent est acquise. avec la pression même de la conduite, à l'étage ou à l'appartement dans lequel ils sont installés. Dans ces conditions ils peuvent au besoin jouer le rôle d'appareils de chasse pour water-closets et assurent la présence de l'eau pour les besoins de l'hygiène de la maison.

14. — Lorsque la pression initiale de la conduite est insuffisante pour tous les besoins, on peut faire usage du Réservoir-Elévateur Carré qu'on installe dans l'immeuble, absolument comme dans une maison de campagne, avec une pompe spéciale qui aspire l'eau de la conduite et la refoule dans l'appareil à la pression utile ; après quoi le fonctionnement est automatique.

Ces Réservoirs-Elévateurs, outre les avantages déjà signalés, constituent un dispositif parfait pour assurer le fonctionnement du service d'incendie ; en effet ils peuvent être toujours protégés contre le feu, accessibles, utilisables et en maximum de charge, même dans le cas de dépression ou d'arrêt total de la conduite de la ville.

15. — La figure montre un type d'élévation d'eau système Carré avec filtration d'eau facultative, applicable à une construction de ville comme à une construction de la campagne.

A l'aide d'une pompe P l'eau d'une conduite sans pression suffisante ou d'une citerne, d'un puits, d'une rivière, etc., est mise en pression en quelques minutes dans l'Elévateur-d'Eau R. De cet Elévateur l'eau passe dans le filtre F, puis s'emmagasine dans le deuxième élévateur H qui constitue

Digitized by Google

le réservoir d'eau filtrée et aérée. De ce dernier appareil l'eau est distribuée automatiquement, à l'aide d'une canalisation ordinaire, dans les diverses parties de la construction, à tous les postes d'eau.

Si l'on veut assurer la continuité de la distribution dans toutes les parties de l'édifice, même en cas d'arrêt momentané dans le fonctionnement de l'élévateur du sous-sol, il suffit de faire usage, comme l'indique la figure, d'élévateurs d'étages.

Quant à la pompe elle peut être, suivant l'importance de la quantité d'eau à distribuer, mue à bras, à manège ou à l'aide d'un moteur.

PLANCHE XVI

Dans cette planche nous avons figuré les principaux types de poteries en grès vernissé pour tuyaux, siphons, regards, ainsi que différents types de regards, pour drains privés ou publics, installés dans un puits en maçonnerie.

Le grès vernissé offrant des surfaces très lisses et inattaquables aux acides, l'emploi des tuyaux faits en cette matière, après l'expérience acquise en Angleterre et remontant à plus de trente ans, est particulièrement recommandé pour la construction de tous les drains privés et même pour celle des drains publics, au moins dans certaine limite (page 171). On fait des tuyaux depuis 0m05 de diamètre jusqu'à 0m80 ; on en fait également de courbes, avec changement de section (fig. 4), avec branchements latéraux (fig. 5, 6, 7 et 8) ; dans ce dernier cas on doit éviter l'emploi des branchements à angle droit (pages 100 et suivantes).

Les siphons placés sur le parcours des drains aux changements de direction doivent, comme l'indiquent les figures 9, 10 et 11, présenter un regard à la partie supérieure ; ces regards sont fermés en temps ordinaire par des tampons en grès rodés ou des tampons simples avec joints en caoutchouc et maintenus à l'aide d'une armature en fer et amovible (Voir planche XVII).

Lorsqu'une canalisation est longue et à peu près horizontale, c'est-à-dire lorsqu'elle ne présente qu'une pente de quelques centimètres, il est prudent d'y ménager des regards de distance en distance. Ces regards s'obtiennent facilement à l'aide de tubulures verticales ou de tuyaux (fig. 12 et 13), dont la moitié supérieure, tuyau operculaire, peut s'enlever à volonté. En temps ordinaire ce demi-tuyau supérieur est scellé au ciment. Si, enfin, la canalisation est en tranchée, autrement dit sous terre, les regards sont disposés au fond de petits puits en maçonnerie figurés en plan aux numéros

Digitized by Google

14, 15, 16, 17 et 18 et en élévation au numéro 19; dans ce dernier cas ils ne sont pas munis du demi-tuyau operculaire (fig. 19).

Les regards sont également indispensables aux changements de direction ainsi qu'aux jonctions des drains.

Il est bon de profiter de ces derniers regards pour aérer la conduite au moyen de prises d'air établies ainsi que le montre la figure 19.

La canalisation étant constamment ouverte au droit des puits en maçonnerie, les fonds de ceux-ci doivent être cimentés et présenter une disposition telle que, même après un débordement accidentel des eaux de drainage, il ne puisse se former aucun dépôt (fig. 17 et 19) et que tout retombe dans la canalisation.

Enfin, pour terminer, nous répéterons que les Anglais attachent avec raison une très grande importance à ne pas exagérer les diamètres des tuyaux pour les drains privés. Les diamètres en usage sont de 0m12 à 0m15 au plus pour les tuyaux de chute de water-closets et de 0m15 à 0m22 pour les drains généraux d'un immeuble. De plus grandes dimensions favorisent des dépôts intérieurs en diminuant la hauteur des eaux normales et en restreignant l'efficacité *des chasses d'eau.*

Les poteries en grès vernissé, beaucoup plus résistantes que celles en terre, sont également d'un emploi très avantageux pour les distributions d'eau, lorsque ces distributions ont lieu à écoulement libre.

Pour tous ces produits la France a été pendant longtemps tributaire de l'Angleterre. Depuis plusieurs années un certain nombre de manufactures de grès céramiques se sont montées en France et livrent maintenant des produits qui ne laissent rien à désirer. Ce sont, pour ne citer que les principales, celle de Pouilly-sur-Saône (Côte-d'Or) de MM. Jacob frères et Cie, celle de Jeanménil et Rambervilliers dans les Vosges, celle de Mehun-sur-Yevre (Cher) de MM. Pillivuyt et Cie et celle de Bollène (Vaucluse) de M. A. Valabrègue.

PLANCHE XVII

Les fig. 1, 2, 3, 4 et 5 montrent les siphons en fonte de Jacquemin. Ces siphons sont bien construits. Ils présentent une plongée de 0m07 et les courbures sont disposées de façon que la chute des liquides à leur arrivée s'opère tangentiellement à la courbure inférieure. Les tubulures de visite sont munies de la fermeture hermétique du même constructeur que nous décrirons plus loin. Le siphon (fig. 1) présente un regard près de la sortie, en raccord avec la canalisation en poterie, permettant d'enlever les bavures en

Digitized by Google

ciment qui se produisent toujours à l'intérieur des tuyaux au moment de la pose. Cette tubulure, ainsi que l'autre, a en outre pour but de faciliter le nettoyage de la conduite et du siphon lui-même en cas d'engorgement.

Le siphon n° 3 convient surtout pour les conduites verticales. Il est muni d'un regard de visite et la fig. 5 montre son emploi pour tuyau de chute et sa place sous un trottoir de manière à le rendre plus accessible et plus facilement visitable. Dans ce dernier cas le regard est muni d'une fermeture hermétique et à clef.

Les fig. 6, 7, 8 et 9 représentent les siphons en plomb coulé de la maison Geneste et Herscher; ces siphons portent deux bouchons en cuivre pour visite, nettoyage et aérage; les mêmes appareils sont fabriqués en verre et en cuivre; le diamètre intérieur varie de 0m035 à 0m060. Ces siphons sont employés pour les conduites d'évacuation des éviers, des urinoirs, des lavabos et des toilettes.

La maison Flicoteaux en construit en cuivre nickelé, d'une forme spéciale, pour toilette de luxe.

On fait également de ces mêmes siphons en grès émaillé; les 3 figures suivantes, réunies sous le n° 10, montrent des siphons de la maison Rogier et Mothe avec la tubulure de vidange inférieure placée latéralement.

Toutes les manufactures de grès céramique en construisent.

Les fig. 18 et 19 représentent des siphons en fonte de la maison Geneste et Herscher, avec tampon de nettoyage à étriers et serrage à vis sur rondelles de caoutchouc; comme les précédents ils servent pour les canalisations d'eaux vannes, pluviales et ménagères.

Les fig. 11 et 12 montrent le mode d'une deuxième fermeture (système Jacquemin) des regards de visite lorsqu'ils sont à fleur de terre. Cet appareil, qui a pour but d'éviter des ouvertures inopportunes, se compose d'un châssis quadrillé, avec feuillure pour recevoir le tampon supérieur, muni d'un système de fermeture à clef d'une construction très simple. Le tampon supérieur étant en place, sa fermeture est invisible. La clef fonctionne par le trou de pince et, pour éviter les négligences des personnes chargées des visites, le tampon supérieur étant placé dans sa feuillure, il est complètement impossible d'en retirer la clef employée à cette manœuvre, avant d'avoir fait le tour de clef qui ferme le regard. Cet appareil se place indistinctement sur les siphons en fonte ou en grès; il est adopté généralement par tous les constructeurs d'appareils sanitaires.

Les fig. 13, 14, 15 et 16 représentent les tampons hermétiques de A. Jacquemin pour regards de visite; ces tampons s'appliquent aux canalisations en grès comme aux canalisations en fonte.

Autrefois on faisait usage de tampons en grès ou en fonte scellés au ciment; on produisait ainsi souvent des bavures intérieures et, quand il fallait

Digitized by Google

ouvrir le tampon, on brisait parfois la tubulure quand il s'agissait d'une canalisation en poterie.

Avec les tampons Jacquemin on obtient une fermeture parfaite, simple, solide et d'un usage commode; aussi leur emploi est-il très répandu.

Ils se composent d'une boîte cylindrique sans fond; sur la partie supérieure se trouvent deux oreillons percés; la face interne porte une feuillure destinée à recevoir une rondelle en caoutchouc et le bord du couvercle; la face externe est munie de cannelures tout au pourtour. Ces cannelures ont pour but de permettre la parfaite adhérence avec la paroi interne de la tubulure de dégorgement dans laquelle on scelle cette boîte avec du ciment.

La rondelle étant placée dans la feuillure, on place le couvercle dont le rebord portant sur le caoutchouc est muni d'un listel destiné à n'offrir qu'une petite surface d'écrasement du caoutchouc.

Le serrage du couvercle est obtenu au moyen d'une clavette excentrée qui, une fois abattue dans le sens convenable, presse sur le couvercle et sur la rondelle.

Pour procéder à une visite, on redresse à la main la clavette, en tirant sur l'anneau, et on l'enlève.

La figure 17 représente un mode de fermeture construit par la manufacture de Jeanmenil et Rambervilliers. Cet appareil est très simple, moins coûteux, mais aussi moins parfait que le précédent; il peut suffire dans bien des circonstances avec l'emploi d'une canalisation en grès.

Les figures 20, 21, 22 montrent des bouches d'égout, pour eaux de cour, en fonte de A. Jacquemin.

Chacun de ces appareils se compose d'un réservoir avec siphon, muni d'une embase pour assurer l'assiette, d'une grille mobile, en forme de cuvette à la partie supérieure et d'un panier ramasse-boue, en tôle perforée et galvanisée, destiné à recueillir tous les objets solides lourds ou dont le volume dépasse un chiffre déterminé et qui pourraient engorger les tuyaux. Le réservoir possède en outre, latéralement et plus haut que le panier, une tubulure de raccord afin que l'on puisse jonctionner et siphonner les conduites de descente qui y aboutissent. Ce réservoir regard étant indépendant du siphon, on peut augmenter sa profondeur à l'aide d'un raccord en fonte de même diamètre. Cette disposition rend service si l'on vient à exhausser le sol de la cour ou si, par suite de toute autre cause, on a besoin d'avoir un plus grand écartement entre le réservoir et le siphon.

Les figures 23, 24 et 25 montrent des appareils de même genre, mais avec réservoirs et siphons en grès vernissé, de MM. Jacob frères, à Pouilly-sur-Saône.

Nous donnons également planche XXVI d'autres types d'appareils analogues construits en fonte par la maison Geneste et Herscher.

Digitized by Google

Tous les constructeurs d'appareils sanitaires livrent des appareils de même genre, soit en grès soit en fonte, avec ou sans panier ramasse-boue. Mais nous recommandons d'une façon spéciale l'emploi du panier qui rend le curage du réservoir des plus faciles.

(Siphons, pages 72 et suivantes; bouches d'égouts privés, pages 98 et suivantes.)

PLANCHE XVIII

APPAREILS SANITAIRES DE PILLIVUYT, DUPUIS ET Cie A MEHUN-SUR-YÈVRE (CHER)

La manufacture de Mehun-sur-Yèvre fabrique des appareils sanitaires de toute espèce, en porcelaine et en grès fin à émail dur.

Tous ces appareils sont très soignés, bien étudiés comme forme et les émaux sont d'un très joli ton.

Les siphons des cuvettes ont une large base qui assure la stabilité et la solidité de l'appareil mis en place; ils sont tous munis d'une ouverture pour regard et ventilation; enfin il en est fait à sortie verticale ou oblique.

Les dessins de cette planche sont assez clairs par eux-mêmes pour nous dispenser de toute explication.

Au point de vue de la forme les cuvettes dont nous conseillerons de préférence l'emploi sont celles représentées par les figures 3 et 4, 6 et 7, qui assurent l'efficacité de la chasse d'eau.

En effet on a reconnu les inconvénients que présente une cuvette restant à sec lors de la réception des matières; les parois une fois maculées sont difficilement nettoyées même par une chasse énergique. On obvie à cet inconvénient soit au moyen d'une retenue d'eau ménagée dans la cuvette même (fig. 6 et 7), soit par la forme donnée à la cuvette (fig. 3 et 4) dont la paroi arrière est presque verticale. Ajoutons que les cuvettes de ce dernier type sont celles qui dépensent le moins d'eau.

La nécessité d'une surveillance continuelle des cuvettes pour water-closets s'opposant à un entourage complet en menuiserie et n'admettant que le siège abattant (fig. 12), a amené à construire des cuvettes apparentes, présentant des formes décoratives rehaussées de peintures au besoin; les figures 10 et 11 montrent un type de ces cuvettes souvent construites d'une seule pièce avec le siphon.

Digitized by Google

8. Dessus de siège à la turque.

9. Coupe du siège commun à la turque avec cuvette et siphon sous le siège, terrasson en avant communiquant directement avec la cuvette, tuyau d'amenée d'eau d'un réservoir de chasse et tuyau de ventilation du siphon.

Le dessus du siège est en grès vernissé, de forte épaisseur et très résistant. Les rainures pour recevoir les pieds sont plus élevées aux talons qu'à la pointe, pour rendre la position moins fatigante, elles convergent fortement, ainsi que le reste de la pièce, vers l'ouverture. Le dessus de siège se fait à dos rond ou à dos avec pans.

12. Sièges-abattants pour garde-robe avec tampons en caoutchouc.

Ces sièges sont embrevés d'une façon spéciale et travaillés avec soin, dans le but d'éviter le gondolement qui se produit souvent sous l'action de l'humidité; on les construit en pitchpin, chêne, noyer ou acajou.

Les dormants de ces sièges ont une longueur de 0m25.

13. Appareil de raccord pour le tuyau de ventilation des siphons des cuvettes garde-robe.

14. Capuchon en caoutchouc destiné à fermer les ouvertures de siphons pour regards.

15. Cône en caoutchouc servant à raccorder une cuvette garde-robe avec le tuyau d'amenée d'eau de son réservoir de chasse.

16, 17, 18. Siphons en grès émaillé avec regard, à branches obliques, horizontales ou verticales pour éviers, lavabos et urinoirs.

Ces siphons se font de trois grandeurs, de 0m035, 0m040 et 0m050 de diamètre (Le n° 17 a été placé à l'envers).

PLANCHE XIX

La planche XIX montre, pour les 4 premières figures, diverses installations de water-closets particuliers, avec garde-robe, munis de siphons et réservoirs de chasse et, pour les autres numéros 5 à 10, de petits réservoirs de chasse facultatifs ou automatiques.

1. — Disposition d'ensemble des tuyaux et appareils pour cabinet d'aisances privé de MM. Jacob frères.

Le n° 1 montre la cuvette avec siège abattant, décrit page 88, le tuyau de chute extérieur en poterie A, le branchement de la distribution d'eau D muni d'un robinet d'arrêt avant le réservoir de chasse C, le tuyau en plomb G, d'assez gros diamètre (0m045), mettant en communication le réservoir de chasse avec la cuvette, le tuyau F de ventilation du syphon. Ici le

Digitized by Google

réservoir de chasse est facultatif et à tirage, comme l'indique la chaîne à poignée figurée au dessin.

2. — Installation de la maison Flicoteaux. Le réservoir de chasse (voir planche XXIX) est facultatif. L'amorçage du siphon du réservoir se fait au moyen d'un deuxième branchement F de la conduite d'eau, d'un très petit diamètre et muni d'un robinet à repoussoir E en cuivre nickelé. La disposition se prête à une installation riche.

3. — Intérieur d'un cabinet pour water-closet avec les appareils livrés par les usines de Jeanménil et Rambervilliers. Le tuyau de ventilation du siphon, au lieu de s'embrancher directement sur le siphon, s'embranche sur un appareil supplémentaire V appelé hausse de ventilation. Cet appareil a pour but de faciliter le montage, le démontage et le nettoyage de la cuvette garde-robe.

4. — Siège d'aisances de Rogier et Mothe adopté par le génie militaire en France.

La cuvette et le siphon sont en fonte émaillée. L'abattant en chêne agit sur le tirage du réservoir de chasse, de façon à ne produire l'effet d'eau qu'après le départ.

Le même appareil est construit également en grès par MM. Pillivuyt, Dupuis et Cie.

Les figures 5 et 6, 8, 9 représentent les réservoirs de chasse facultatifs avec chaîne de tirage, de Rogier et Mothe, Geneste et Herscher et de Doulton (voir page 89).

La capacité de ces réservoirs est en général de neuf litres, mais on peut la faire varier et la diminuer. Le tuyau d'alimentation d'eau est muni d'un robinet à flotteur qui arrête l'alimentation en eau lorsque celle-ci a atteint le niveau voulu dans le réservoir ; l'amorçage du siphon a lieu à l'aide d'un tirage sur la chaîne on d'un robinet à repoussoir (appareil Flicoteaux). (Voir planche XXIX.)

Les figures 7 et 10 représentent des réservoirs de chasse de même capacité que les précédents, mais fonctionnant automatiquement, c'est-à-dire se vidant d'eux-mêmes, sans le secours de la main de l'homme, dès qu'ils sont remplis à hauteur voulue.

La fig. 7, représentant la coupe du réservoir de chasse automatique de Rogier et Mothe, indique en même temps la coupe du réservoir à chasse facultative des mêmes constructeurs (fig. 5 et 6).

La fig. 10 représente le nouveau petit réservoir de chasse automatique « Le Progrès », de Doulton.

Les mêmes systèmes sont appliqués aux grands réservoirs de chasse pour égouts (voir planches XXVII et XXVIII).

Digitized by Google

OBSERVATIONS GÉNÉRALES SUR LES INSTALLATIONS DE WATER-CLOSETS ET LE CHOIX DES RÉSERVOIRS DE CHASSE

Les petits réservoirs de chasse automatiques ne doivent pas s'employer pour les cabinets, mais plutôt pour les urinoirs, les terrassons de lieux-communs, les cuvettes à eaux ménagères et de toilette, les lavabos communs d'école, les drains privés, etc., etc. On en fait de toutes capacités, suivant les usages auxquels ils sont destinés.

D'une manière générale pour les installations ordinaires et les cabinets très fréquentés, comme ceux des chalets de nécessité, on fait usage :

1° De cuvettes en fonte émaillée ou en grès vernissé extérieurement et émaillé intérieurement ou en fonte inoxydée (Flicoteaux).

2° De sièges-abattants en chêne ciré ou verni, en pitchpin ou souvent en ébonite, présentant la forme d'une sorte de couronne fermée ou échancrée sur le devant et qu'on adapte à demeure sur le bord supérieur de la cuvette. L'ébonite est dure, imperméable, imputrescible et susceptible de recevoir un beau poli durable. On lui donne le ton de l'ébène ou de l'acajou foncé.

Pour les installations privées, on fait usage :

1° De cuvettes en porcelaine ou en grès fin émaillé à un ou deux tons auxquelles on donne des formes décoratives rehaussées de peintures, au besoin (Fabrication Pillivuyt, Dupuis et Cie).

2° De sièges-abattants en chêne ou en acajou ciré ou verni avec ferrures en laiton.

Dans un cas comme dans l'autre on emploie le réservoir de chasse facultatif à tirage ou à repoussoir (système Flicoteaux, pl. XXIX).

Dans les cabinets très fréquentés, pour prévenir la négligence des usagers, on a recours à diverses dispositions, ayant toutes pour effet d'amorcer automatiquement le siphon du réservoir au moment du départ (Voir même planche, fig. 4, planche XXV, fig. 2 et planche XXVI, fig. 3).

Enfin pour les latrines publiques, de casernes, d'écoles au moment des récréations, des chemins de fer, etc., etc., on emploie de préférence des réservoirs de chasse automatiques dont on règle la fréquence des chasses en rapport avec la fréquentation des cabinets (Voir planches XXV et XXVI).

PLANCHE XX

1. — Installation de water-closet avec appareils en grès de Jacob frères et réservoir de chasse facultatif de Geneste et Herscher.

Digitized by Google

La cuvette B en grès vernissé et émaillé, munie de son siège-abattant G, repose sur un siphon également en grès vernissé et émaillé communiquant avec le tuyau de chute extérieur A. L'appareil est simplement posé sur le sol auquel il est fixé au moyen de deux oreillons et deux vis. La distribution d'eau *d* fournit, par un branchement avec robinet d'arrêt *b*, l'eau au réservoir de chasse facultatif C, muni de sa chaîne de tirage *e*. L'eau va du réservoir de chasse à la cuvette par un tuyau en plomb de $0^{m}045$ qui, dans le dessin, se confond avec la conduite de distribution d'eau. Le siphon est ventilé par le tuyau en plomb *f* branché directement sur la poterie et communiquant par la partie supérieure avec le tuyau de chute A (Voir 6, même planche).

2. — Garde-robe à chasse d'eau de Lambeth (page 91).

3. — Garde-robe à chasse d'eau. L'eau de chasse arrive dans le vide annulaire ménagé par le bord supérieur de la cuvette replié intérieurement et s'en échappe sur tout le pourtour ; la paroi arrière est presque verticale. Ce type de cuvette est celui qui dépense le moins d'eau.

4. — Garde-robe à chasse d'eau type « Combinaison » (page 88).

5. — Garde-robe à chasse d'eau avec siège-abattant ouvert sur le devant, de Flicoteaux.

Le même constructeur en fait également en fonte émaillée ou inoxydée présentant la forme du bidet. Ces cuvettes sont bien conçues pour conserver à l'eau de chasse toute sa force ; tout changement brusque de direction a été évité. La fonte inoxydée est inattaquable par les eaux-vannes et elle présente un poli satisfaisant.

6. — Cette figure montre l'installation de tous les tuyaux d'eau, de ventilation et de chute dans le cas de cabinets superposés.

Ajoutons, pour compléter ces indications, qu'il est prudent de munir de robinet chaque branchement particulier du tuyau général d'alimentation d'eau desservant un réservoir de chasse.

Le tuyau de ventilation des siphons, en grès, fonte ou plomb, doit rejoindre celui de chute au-dessus du cabinet le plus élevé, là où ce dernier tuyau ne fonctionne plus que comme ventilateur (page 78) ; son diamètre doit atteindre la moitié de celui de chute.

Enfin le tuyau de chute en grès, fonte émaillée ou inoxydée ou en plomb, doit être prolongé le plus haut possible au-dessus du toit. La partie supérieure peut être en zinc et elle doit se terminer par un capuchon ou tout autre appareil ayant pour effet de faciliter le tirage.

7. — Disposition de siège à la turque (de MM. Jacob frères, de Pouilly-sur-Saône) très employée pour lieux communs de gares, casernes, écoles, etc., etc. Les sièges (fig. 8 et 9), d'une seule pièce en grès vernissé, sont raccordés avec les parois latérales du cabinet, à l'aide d'une maçonnerie de

Digitized by Google

ciment revêtue, ainsi que les parois latérales, de plaques ou de carreaux vernissés ou émaillés.

Les figures 10 et 11 représentent, en élévation et en coupe, un type d'urinoirs pour lieux publics (page 95).

La figure 12 représente un système de joints employé par Flicoteaux pour ses conduites de chute ou autres en fonte inoxydée. Les joints sont en plomb et obtenus à froid sans matage ; ils se composent chacun d'une bague en plomb fondu et d'une bague en fonte. Quand on frappe avec un marteau sur la bague en fonte, le plomb se moule sur les cordons placés aux extrémités du tuyau et on obtient ainsi des joints qui restent étanches sous une pression de plusieurs atmosphères, tout en conservant une certaine flexibilité.

Fonte inoxydée. — La fonte inoxydée est inattaquable par les eaux vannes ; elle présente des parois très lisses et est plus résistante que si elle était émaillée. Sa fabrication a été imaginée par les Anglais Barft et Bower, qui ont repris industriellement la vieille expérience de Gay-Lussac, en produisant à la surface de la fonte portée au rouge sombre un oxyde anhydre de fer, au moyen d'un courant d'air.

PLANCHE XXI

La planche XXI montre différents types de sièges à la turque reposant sur siphon, pourvus d'un réservoir de chasse d'eau par cabinet et précédés d'un terrasson, muni d'une décharge aboutissant à la partie aval du siphon du siège ou, à défaut, pourvue elle-même d'un siphon (fig. 8).

Les cuvettes employées sont en fonte inoxydée ou émaillée ou en grès vernissé.

Les dessus de siège se font en fonte émaillée, en verre coulé ou en grès émaillé ; les ardoisières d'Angers livrent des plateaux d'ardoise pour les revêtements (fig. 6, 7 et 8).

Les terrassons, en avant du siège, se font en fonte émaillée (Geneste et Herscher, Rogier et Mothe), ou en grès vernissé (Jeaumesnil et Rambervilliers, Mehun-sur-Yèvre, Pouilly-sur-Saône), ou en ardoises (ardoisières d'Angers).

Les parois latérales du cabinet doivent être imperméables et pouvoir se laver facilement à grande eau ; à cet effet elles sont revêtues de plaques céramiques vernissées ou émaillées ou de fonte émaillée ou de verre ou d'ardoise ou de pierre dure polie (Voir planche XXVI).

Digitized by Google

La figure 6 montre un mode de groupement de trois sièges à la turque où les cuvettes sont remplacées par un collecteur muni d'un siphon à l'aval (page 93). Ces appareils, entièrement en grès vernissé, sont très solides ; tous les manufacturiers en grès de France, s'occupant de construction d'appareils sanitaires, en font de semblables.

Quel que soit le nombre de cabinets groupés il n'est employé que deux réservoirs de chasse automatique : l'un à l'usage des terrassons, l'autre, plus important, à l'usage du collecteur sis sous les sièges (Voir planche XXV).

PLANCHE XXII

1 et 2. — Urinoirs publics en grès émaillé, avec un seul réservoir de chasse d'eau automatique pour le nettoyage des plaques de fond et de la rigole en grès formant urinoir (Doulton).

3. — Urinoirs publics de Geneste et Herscher avec deux réservoirs de chasse d'eau, dont l'un pour les plaques de revêtement et l'autre pour la rigole formant urinoir.

4. — Installation d'urinoirs publics à niche de Doulton et autres.

Au lieu d'adapter un siphon à chaque urinoir particulier, le tuyau de chaque appareil plonge de quelques centimètres dans un caniveau situé au pied et le long du mur. Ce caniveau est disposé pour conserver une retenue d'eau propre dans laquelle l'urine provenant des cuvettes et les eaux de lavage s'écoulent. Ce caniveau n'a qu'une seule sortie à l'une de ses extrémités laquelle est munie d'une grille et d'un siphon obturateur.

5. — Urinoirs publics à niches de Rogier et Mothe.

La figure montre l'emploi du réservoir de chasse automatique desservant toutes les niches.

Observation. — Pour tous les urinoirs publics l'emploi de réservoirs à chasse d'eau est de beaucoup préférable à celui d'un écoulement d'eau continu ; moins de dépense d'eau et, surtout, lavage plus complet. L'eau étant envoyée en plus grande quantité à un moment donné, son efficacité est plus grande et elle peut atteindre et laver toutes les surfaces.

6, 7 et 8. — Urinoirs en forme de niches, de Pillivuyt, Dupuis et Cie, construits en grès fin ou en porcelaine.

9 et 10. — Plan et élévation d'un receveur forme ronde pour cuvette de toilette à bascule.

11. — Type de cuvette à bascule allant avec le receveur précédent.

Digitized by Google

12 et 13. — Autre type de cuvette à bascule et receveur, également pour toilette (page 80).

14. — Toilette (page 80).

15. — Poste d'eau (doit être muni d'un siphon).

16. — Evier (page 78).

Observations. — Tous ces derniers appareils, lorsqu'ils sont employés isolément, doivent être accompagnés d'un siphon ; ils sont construits en grès fin émaillé, en porcelaine ou en faïence (Pillivuyt, Dupuis et Cie, Doulton, etc., etc.) ou en fonte émaillée (Flicoteaux, Rogier et Mothe, H. Scellier, etc., etc).

PLANCHE XXIII

1. — Evier de cuisine avec réservoir à graisse de Flicoteaux ; les réservoirs de graisse sont en fonte inoxydée. Ils empêchent la graisse de pénétrer dans la canalisation et de l'obstruer.

Les pierres d'évier se font en pierre dure polie, en marbre, en grès ou en fonte émaillée, en ardoise, etc., etc.

Nous avons donné (page 79) la description d'un réservoir à graisse.

2. — Lavabo à eau courante de Flicoteaux, muni d'un réservoir de chasse et d'un siphon au départ. Appareil simple, facile à surveiller et à entretenir propre.

Il a été construit pour les hôpitaux de Paris et a pour avantage d'éviter qu'un malade ne puisse se servir de la cuvette ou de l'eau souillée par un autre malade.

Ces lavabos sont construits avec pieds en fonte, tablettes en marbre, robinets et rampe nikelés, cuvette du receveur en cuivre.

3. — Lavabo rectangulaire isolé à cuvettes basculantes, construit par Flicoteaux pour écoles et administration. On en fait également de circulaires.

Ils sont construits avec pieds en fonte, dessus en marbre, cuvette à bascule en faïence de 0 m 31, receveur en zinc peint au four. Ces lavabos se font depuis 8 jusqu'à 20 places. Le receveur doit être muni d'un siphon au départ. Ne permettent pas la facile surveillance du receveur comme au n° 2.

4. — Lavabo pour établissements publics, de Doulton.

Les cuvettes, en faïence blanche avec trop-plein, reposent, par des colerettes en fonte, sur un tuyau de même métal, légèrement incliné, faisant fonction de collecteur. Ce tuyau est muni, à son extrémité haute, d'un tam-

Digitized by Google

pon de dégorgement et, à son extrémité basse, d'un siphon obturateur empêchant le retour des mauvaises odeurs.

Le siphon est en fonte galvanisée avec bouchon et branchement pour la ventilation ; il communique par son extrémité aval avec un tuyau de vidange.

La tablette et les revêtements se font en ardoise ou en marbre.

Les arrivées d'eau aux cuvettes peuvent se faire avec un robinet par cuvette ou avec un seul robinet de commande pour toutes les cuvettes.

Dans tous les cas l'alimentation des cuvettes doit toujours se faire par-dessus.

5. — Lavabo pour établissements publics, de Liefquin et Cie (pages 80 et 81).

6 et 7. — Lavabo de luxe avec cuvette fixe, construit par Flicoteaux.

La cuvette, en porcelaine blanche, se vide par un espace annulaire presque invisible, placé au centre du fond. Une poignée nikelée, avec rosace, commande le robinet.

Le système d'écoulement (figure 7) est complété par un trop-plein.

9. — Timbre d'office en étain, avec filtre Chamberland et réservoir d'eau filtrée sous pression, construit par Flicoteaux.

L'eau qui a traversé la bougie (filtre Chamberland, page 62) pénètre dans un réservoir en fonte avec regard et fermé, où elle s'emmagasine en comprimant l'air qui y est contenu.

Quand on ouvre le robinet l'air comprimé fait écouler l'eau du réservoir.

Ce système permet de faire une installation très propre, très solide et de mettre l'eau filtrée complètement à l'abri des contaminations extérieures.

10. — Poste d'eau vidoir, de Flicoteaux, s'emploie surtout pour les hôpitaux.

Cet appareil se compose d'une cuve en fonte ou en grès émaillé, reposant sur un siphon en fonte formant support. On l'adosse à un mur et on le surmonte d'une plaque de revêtement en fonte émaillée ou en marbre. Un réservoir de chasse, commandé par un robinet à repoussoir, assure la propreté de la cuve.

PLANCHE XXIV

1. — Pierre d'évier avec son tuyau d'évacuation en plomb, muni d'une grille fixe à son orifice et d'un siphon en plomb ventilé et pourvu en dessous d'un tampon de nettoyage (Geneste et Herscher).

Digitized by Google

2 et 3. — On commence à employer beaucoup des pierres d'évier en grès émaillé ; dans ce cas, les tuyaux d'évacuation et les siphons sont souvent eux-mêmes en grès émaillé.

4 et 5. — Plan et élévation d'un cabinet d'aisances pour habitation privée, avec cuvette garnie d'une rondelle en ébonitoïde (Geneste et Herscher).

6. — Type de cabinet d'aisances pour habitation privée, de Geneste et Herscher, avec réservoir de chasse facultatif à tirage.

Le siège n'est pas figuré ; on peut, à volonté, employer soit la rondelle en ébonitoïde soit un siège-abattant en chêne, noyer ou acajou verni ou ciré.

L'emboîtement de la cuvette avec son siphon est très grand, de manière à donner de la solidité à l'ensemble de l'appareil. Pour éviter les obstructions, le bas de la cuvette présente un diamètre inférieur à celui du siphon.

Nous avons déjà fait observer que, parmi les différents types de cuvettes, celles du type GH, avec les parois arrière presque verticales, sont celles qui demandent le moins d'eau pour leur nettoyage.

Le siphon présente une immersion de 0m 05 ; il possède un regard de visite, avec hausse disposée pour servir également à la ventilation.

10. — Cette hausse, ordinairement en fonte émaillée, se scelle dans la tubulure ménagée sur le siphon ; elle porte à sa partie supérieure un tampon mobile reposant dans une feuillure.

Pour faire le joint on peut disposer dans la feuillure soit une couche de mastic soit une rondelle de caoutchouc ; dans ce dernier cas, le bouchon est maintenu à l'aide d'un étrier à vis.

9. — Le raccordement du tuyau de chasse avec la cuvette se fait à l'aide d'un cône en caoutchouc (figure 9), dont la grande ouverture s'emmanche sur la tubulure de la cuvette et la petite vient se rabattre sur l'extrémité du tuyau en plomb ; une ligature en fil de fer galvanisé maintient le tout.

8. — Les coudes à la main, pour les tuyaux de plomb, étant difficiles à réussir, il est préférable de faire usage de coudes en plomb coulé dont la forme est régulière et la section constante.

La figure 7 montre la disposition d'ensemble de l'assemblage du tuyau de chasse d'eau avec la cuvette.

Avant de terminer nous ferons remarquer l'emploi de verre perforé (système Appert) pour la vitre supérieure de la fenêtre du cabinet indiqué dans la figure 6.

11. — Boîte d'aérage automatique, avec valve en mica, pour la ventilation des siphons et drains privés (Geneste et Herscher).

(Description, page 28).

Digitized by Google

Ces appareils ne sont utilisés que lorsque la ventilation ne peut pas se faire directement par un tuyau montant jusqu'au-dessus du toit de l'habitation.

12. — Dans les hôpitaux ou même en ville en temps d'épidémie, il peut être utile de mélanger aux déjections produites par les malades un liquide désinfectant avant de les évacuer à l'égout.

MM. Geneste et Herscher, sur les indications de M. le docteur Napias, ont construit un appareil très ingénieux qui permet l'écoulement d'une certaine quantité de liquide désinfectant chaque fois que fonctionne l'appareil de chasse destiné à nettoyer la cuvette.

Cet appareil se compose d'un réservoir B, contenant le liquide désinfectant, en dessous duquel se trouve une petite capacité C, mise en communication avec lui par un petit trou recouvert d'une toile métallique. Cette capacité règle la quantité de liquide qui doit être entraînée à chaque chasse ; elle est en communication avec l'atmosphère par le tube et avec le tuyau de chasse par un petit tube en forme de siphon.

Le réservoir de chasse vient-il à fonctionner, une aspiration se produit dans le petit tube en forme de siphon, amorce ce dernier et le liquide contenu dans C s'écoule. Le siphon se désamorce de lui-même, l'ouverture établissant la communication entre le réservoir B et la capacité C étant trop petite pour laisser arriver autant de liquide qu'il en part ; la capacité C se remplit lentement entre deux visites.

Dans le fonctionnement de cet appareil, l'écoulement du liquide désinfectant a lieu à la suite de celui de la chasse d'eau. Le liquide désinfectant séjourne donc dans la cuvette et agit sur les matières usées avant que ces dernières ne soient entraînées par la chasse d'eau suivante.

PLANCHE XXV

1. — Chercheur de fuite de Geneste et Herscher.

Avant de mettre en service les canalisations, surtout celles placées à l'intérieur des habitations, il est indispensable de leur faire subir une épreuve pour s'assurer qu'aucune fuite n'existe sur leur parcours.

Nous avons parlé de ces vérifications (page 103 et 330) qui sont faites à l'aide d'une essence à odeur très forte, comme l'essence de menthe ou mieux à l'aide de la fumée que l'on amène à l'intérieur du drain à examiner.

Digitized by Google

L'eau aussi peut donner de bons résultats mais, en cas de fuite importante, on risque de noyer partiellement soit les tranchées soit les appartements.

Aujourd'hui on préfère se servir de la fumée qui ne peut causer aucun dégât et qui révèle les fuites plus sûrement qu'une essence, même très forte comme celle de la menthe.

La fumée est lancée dans les canalisations au moyen d'une pompe ou d'un ventilateur.

Nous donnons (figure 1) la coupe d'un de ces derniers appareils fonctionnant très bien et d'un usage facile. Il est construit par MM. Geneste et Herscher qui lui ont donné le nom de « chercheur de fuites. »

Le « chercheur de fuites » se compose d'une boîte à double enveloppe, en tôle galvanisée, munie d'un couvercle portant un petit ventilateur centrifuge. Une grille en fer est placée dans le fond de l'enveloppe intérieure d'où part un tuyau qui doit être mis en communication avec les drains à vérifier.

Voici maintenant les différentes phases de l'opération :

1° Boucher toutes les ouvertures de la canalisation à éprouver, sauf la plus élevée,

2° Introduire l'extrémité C du tuyau en caoutchouc, qui porte la tête perforée, dans l'ouverture la plus basse de la canalisation et tamponner soigneusement le reste de l'ouverture, de manière à n'avoir pas de fuite,

3° Ouvrir le petit robinet indicateur A,

4° Remplir d'eau l'espace E, ménagé entre les deux réservoirs,

5° Mettre la grille F en place, de manière à dégager l'ouverture G,

6° Mettre sur la grille de la paille humide ou des chiffons allumés,

7° Placer le couvercle portant le ventilateur (le bord du couvercle plongeant dans l'eau empêche la fumée de s'échapper),

8° Tourner le volant dans le sens de la flèche,

9° Fermer le petit robinet indicateur A dès que la fumée commence à sortir,

10° Boucher l'ouverture supérieure de la canalisation quand la fumée s'en échappe,

11° S'assurer de temps en temps que la combustion continue en ouvrant le petit robinet indicateur A, recharger le foyer quand la fumée n'en sort plus.

Nota. — Le ventilateur doit fonctionner constamment pendant toute la durée de l'épreuve.

Avant de déboucher les ouvertures communiquant avec l'intérieur de la maison, il faut déboucher l'ouverture supérieure et chasser

Digitized by Google

toute la fumée contenue dans la canalisation au moyen du ventilateur.

2. — Tracé schématique d'un appareil de chasse à tirage actionné par le mouvement d'une porte.

Dans les installations sanitaires des habitations collectives, on peut se servir d'appareils de chasse facultatifs, mais alors il est utile que l'amorçage des siphons de ces réservoirs ait lieu automatiquement.

On obtient ce résultat soit à l'aide de la porte d'entrée soit à l'aide de pédales installées sur le siège (voir la planche suivante).

La maison Geneste et Herscher a imaginé la disposition figurée au numéro 2 de la planche pour obtenir ce résultat à l'aide du mouvement de la porte d'entrée,

Quand on ouvre celle-ci pour sortir, on ne peut faire usage que de la poignée à béquille.

La poignée fait agir deux pènes dont l'un commande la tringle de tirage par l'intermédiaire d'un levier d'équerre.

3 et 4. — Coupes transversale et longitudinale d'une latrine publique.

Lorsqu'il s'agit de latrines publiques, il faut des dispositions propres à empêcher les obstructions et à mettre, en outre, les appareils à l'abri des détériorations.

Les figures 3 et 4 montrent comment on peut obtenir ces résultats.

Un collecteur en grès contenant de l'eau reçoit les matières solides et une partie des liquides qui sont immédiatement dilués. Deux réservoirs de chasse automatiques renouvellent, autant que cela est nécessaire, l'un l'eau du collecteur, l'autre l'eau des terrassons (page 93).

5. — Elévation et coupe d'un groupe de cabinets d'aisances pour ateliers, lycées, écoles, etc.

Les deux dessins montrent une disposition de trois water-closets se déversant dans une même canalisation. Des appareils de chasse à tirage, un par cabinet, pouvant fonctionner soit à la main soit par le mouvement d'une porte, lavent les cuvettes.

Un appareil automatique renouvelle l'eau des trois terrassons communiquant entre eux et présentant pour le départ des eaux malpropres une seule sortie opposée au point d'arrivée de l'eau propre. Cette sortie est naturellement munie d'un siphon ventilé.

Le dessin montre également le tuyau servant à la ventilation du drain de départ des eaux chargées de matières.

6. — Latrines publiques installées par la maison Geneste et Herscher sur les quais de la ville de Rouen.

Le dessin est assez clair par lui-même pour ne nécessiter aucune explication.

Ce sont des latrines avec appareils du type des numéros 3 et 4 de la

Digitized by Google

même planche et un réservoir de chasse automatique, pour le collecteur installé dans un puits en dehors, muni d'un regard.

PLANCHE XXVI

1. — Cabinet avec siège à la turque pour habitations collectives.

Le plus souvent ce cabinet se compose d'une cuvette en grès vernissé munie d'un siphon se raccordant avec le tuyau de chute. Le dessus de ladite cuvette est placé à environ 8 à 10 centimètres au-dessus du sol. La planchette en bois est remplacée par un dessus de siège en grès vernissé, en fonte ou lave émaillée ou en verre coulé de 30 millimètres d'épaisseur.

Des patins en saillie indiquent l'emplacement des pieds. Les sièges sont raccordés avec les parois verticales par des remplissages en ciment recouverts d'un enduit hydrofuge.

Dans ces cabinets communs il y a lieu de prendre des dispositions spéciales pour maintenir la propreté du sol devant le siège.

On se contente quelquefois de placer devant le siège un caniveau demi-circulaire en grès vernissé, mis en communication avec le tuyau de chute par l'intermédiaire d'un siphon ; le reste du sol est cimenté et légèrement incliné, de manière à renvoyer les liquides dans le caniveau. Cette disposition, peu coûteuse il est vrai, a l'inconvénient de ne pas permettre un lavage automatique abondant et fréquent ; l'urine pénètre alors petit à petit dans le sol qui est bientôt infecté.

Pour éviter ces inconvénients on garnit le devant du siège d'un terrasson à retenue d'eau, dont le trop-plein est mis en communication avec le tuyau d'évacuation par un siphon en plomb ou en grès.

Le terrasson est recouvert par une grille en fonte ou en fer galvanisé. L'eau y est renouvelée de temps en temps à l'aide d'un réservoir de chasse automatique établi dans le haut du cabinet.

Ces terrassons peuvent être établis en plomb, en ardoise, en fonte émaillée ou en verre.

La maison Geneste et Herscher construit un terrasson spécial en fonte émaillée type G H (figure 4).

(Voir planches XIX, XX et XXI, divers types de sièges à la turque).

2. — Cabinet d'aisances avec réservoir de chasse automatique et terrasson en fonte émaillée.

Cette disposition de cabinet commun, avec dessus de siège en grès émaillé et un seul appareil de chasse automatique pour le lavage de la cuvette et

Digitized by Google

du terrasson, peut être employée dans les endroits très fréquentés ; tel est le cas des cabinets de casernes, des lycées ou écoles au moment des récréations, des gares de chemin de fer au moment du passage des trains, etc., etc.

3. — Cabinet d'aisances avec appareil de chasse à tirage fonctionnant par le mouvement d'une pédale de Geneste et Herscher.

Le siphon est amorcé au moment où l'usager n'appuie plus sur la pédale.

(Voir une autre disposition ayant le même but, planche XXV, fig. 2).

4. — Terrasson en fonte émaillée de Geneste et Herscher pour cabinet d'aisances.

Il se compose d'une cuvette à fond plat ayant, à droite et à gauche, des plans inclinés destinés à ramener l'eau et les poussières vers l'orifice de sortie ; cet orifice est relevé légèrement de manière à retenir dans la cuvette une hauteur d'eau d'environ 20 à 25 millim. Devant l'orifice de sortie une grille verticale, formée par des pointes venues de fonte, empêche l'obstruction dudit orifice.

Du côté opposé à la sortie de l'eau, un canal percé de petits trous permet à l'eau d'arriver dans la cuvette ; ce canal est mis en communication avec un réservoir de chasse qui sert en même temps pour le lavage de la cuvette. Une grille en fonte galvanisée recouvre la cuvette.

5, 6, 7 et 8. — Types principaux de syphons de cour avec grille mobile à fermeture et panier ramasse-boue de Geneste et Herscher.

Ces appareils en fonte se placent dans les cours et quelquefois au bas des tuyaux de chute d'eaux pluviales ; ils ont pour but de retenir les matières solides, tout en s'opposant, par le siphon, aux émanations de mauvaises odeurs qui pourraient provenir de la canalisation.

Une grille en fonte munie d'un verrou, se manœuvrant à l'aide d'une clé spéciale, empêche les ordures trop volumineuses d'entrer dans le réservoir.

On fait de ces siphons en une seule pièce ; mais le plus souvent ils sont, ainsi que les dessins de la planche l'indiquent, en deux pièces : c'est celle du dessus qui reçoit les tubulures, s'il y a lieu ; cette disposition permet d'orienter ces dernières suivant les besoins. Il est à remarquer aussi que ces tubulures débouchent au-dessus du niveau de l'eau, ce qui permet, par conséquent, la libre circulation de l'air dans les tuyaux avec lesquels elles sont reliées.

(Voir planche XVII d'autres appareils analogues).

9. — *Bouches d'égout avec siphon pour rues, de Geneste et Herscher.*

On construit également des appareils analogues aux précédents pour être

Digitized by Google

installés sur les voies publiques où ils sont destinés à recueillir les eaux du sol.

La cuvette est formée par une pierre de taille et a son ouverture fermée à l'aide d'une grille retenue par une chaîne. Ce type d'appareil est employé par plusieurs villes du midi de la France.

PLANCHE XXVII

RÉSERVOIRS DE CHASSE AUTOMATIQUE DE ROGIER ET MOTHE

1, 2 et 3. — Ces figures montrent le type des réservoirs de chasse automatique de Rogier et Mothe. La figure 1 représente la coupe de l'appareil proprement dit et les figures 2 et 3 les applications de cet appareil à un réservoir avec une ou deux sorties pour l'eau. On fait usage de ces réservoirs de chasse pour le lavage de drains privés importants ou des égouts publics.

Ces appareils ne vident que la partie supérieure du réservoir correspondant à h (fig. 2 et 3) ; toute l'eau correspondant à H est réservée lors d'un curage à la main ; on la fait écouler à l'aide d'une petite vanne de fond mue à la main. Cette disposition n'existe pas toujours ; elle n'est employée que lorsqu'il est nécessaire d'avoir une chasse plus énergique pour chasser les dépôts ou lorsque l'eau d'alimentation est susceptible de déposer.

4. — *Réservoir de chasse Field.*

Ce réservoir de chasse automatique, très employé en Angleterre, a l'inconvénient de demander une grande précision dans la pose et doit être établi d'une manière très stable pour bien fonctionner ; il faut en effet, pour obtenir ce résultat, que l'arête supérieure du tube du départ de l'eau soit parfaitement horizontale (page 191).

5. — *Réservoir de chasse automatique* (Système Geneste, Herscher et Carette).

La figure montre l'appareil appliqué à un réservoir en tôle ; dans ces conditions l'ensemble est employé pour produire des chasses dans une canalisation privée.

6 et 7. — *Siphon de chasse pour égouts* (Système Geneste, Herscher et Carette).

L'appareil est basé sur le même principe que le précédent ; il comprend en plus le tube régulateur.

Nous en avons donné la description page 192. Les figures du numéro 7 montrent les phases successives du fonctionnement de l'appareil.

Digitized by Google

Ce siphon de chasse est excellent ; il présente les qualités suivantes :

1° Amorçage sûr et instantané, même avec une alimentation très petite,

2° Ecoulement de l'eau franc, plein et rapide, du début à la fin de la chasse,

3° Organes simples, solides, sans pièces mobiles ni passages à l'abri des obstructions,

4° Pose facile, sans précautions spéciales,

5° Désamorçage brusque,

6° Marche régulière même dans le cas d'inondations ou de conduites noyées,

7° Importance des chasses d'eau pouvant être réglées à volonté.

8. — *Application du siphon de chasse précédent à un égout.*

Le tube vertical T, dit tube barostatique, est nécessaire dans le cas où l'aval du siphon risquerait d'être noyé ; il maintient la cuvette de retenue inférieure en communication avec l'atmosphère et sert de trop plein pour l'eau qui continue d'arriver au réservoir. En même temps le tube régulateur T a pour effet de maintenir sensiblement constant le volume d'air emprisonné dans le siphon ; aussi l'appareil n'est jamais déréglé et dès que les eaux se retirent, il reprend sa marche normale.

Dans le cas d'application de ces appareils aux égouts, le réservoir de chasse est toujours en maçonnerie.

9. — En général les siphons de chasse pour égout (à une ou deux sorties) ne vident que partiellement le réservoir ; il reste alors au fond une réserve assez importante toujours disponible pour le curage à la main du réservoir ou pour augmenter l'importance d'une chasse accidentelle.

10. — On fait écouler cette eau réservée à l'aide d'une petite vanne à la main.

Même lorsqu'il n'y a pas un volume d'eau réservé, il est nécessaire d'avoir cette petite vanne de fond dans les cas de nettoyage du réservoir.

PLANCHE XXVIII

1. — *Bouche de distribution d'eau d'égout pour irrigations* (de Geneste et Herscher).

Cet appareil permet de régler facilement la quantité de liquide qui doit être déversé dans les rigoles.

Il se compose d'une tubulure en fonte ou en grès qui se raccorde avec la

Digitized by Google

canalisation d'amenée au moyen de tuyaux d'un diamètre à peu près égal à celui de la bouche. Un collier fixé sur cette tubulure permet d'y adapter une arcade en fer traversée, à sa partie supérieure, par une vis en cuivre, qui vient s'appuyer sur une valve en fonte garnie intérieurement d'une rondelle en caoutchouc qui forme joint en s'appuyant sur le collet de la tubulure.

L'appareil est placé au centre d'une petite cuvette en maçonnerie dont le fond est incliné, de manière à amener le départ complet des eaux par les ouvertures d'écoulement.

(Voir planche XXXVI le plan d'ensemble.)

2, 3 et 4. — La figure 2 représente le réservoir de chasse de Doulton appliqué aux égouts publics en Angleterre.

Les figures 3 et 4 montrent, en coupe et en élévation, le nouveau siphon de chasse de Doulton appelé « Le Progrès ».

5, 6 et 7. — *Trappes pour regards de visite* (de Geneste et Herscher).

On construit plusieurs types de trappes en fonte, les unes sont à joints hermétiques pour les canalisations spéciales d'eaux vannes, les autres, dont l'emploi est le plus général, sont simplement en fonte.

Ces trappes peuvent être munies d'une grille de sécurité dont nous considérons l'usage comme indispensable ; cette grille à charnière ne peut rester ouverte qu'autant qu'elle est attachée ; elle se ferme dès qu'elle est abandonnée à elle-même.

Pour les regards de grandes dimensions on fait usage de la trappe (fig. 7) à deux vantaux, grille de sécurité et garde-corps ; la trappe à deux vantaux a l'avantage de pouvoir être manœuvrée plus facilement par un seul homme.

(Texte page 177).

8, 9 et 10. — Type d'égout public en Angleterre, construit en brique et mortier de ciment avec un radier formé par des poteries en grès vernissé (fig. 9 et 10).

(Texte page 173 et 333).

Ces radiers en grès vernissé donnent au fond des égouts une surface très lisse et très résistante aux actions chimiques.

Leurs vides intérieurs permettent l'écoulement des eaux que l'on peut rencontrer dans la construction des égouts.

Perforés à leur base de trous latéraux ces mêmes vides peuvent servir aussi à drainer les terrains traversés.

11. — Type d'égout visitable dans lequel la cunette est de section réduite et formée par une poterie en grès vernissé. (Jacob frères à Pouilly-les-Seurre, Côte-d'Or.)

12. — Bouches pour jonction d'égout privé avec l'égout public de Doulton.

Digitized by Google

Très employées en Angleterre, ces bouches se fixent dans la muraille de l'égout public.

L'écoulement des matières fait lever la plaque ; celle-ci, en retombant à sa place sur un plan légèrement incliné, empêche les émanations de l'égout de pénétrer dans le conduit et ferme aussi l'accès aux rats.

Sauf quelques cas particuliers nous ne sommes pas partisan de l'emploi de ces appareils bien construits d'ailleurs (Texte page 178).

On en fait également sans appareil de fermeture.

13, 14 et 15. — Poteries Doulton en grès vernissé employées en Angleterre pour la construction des canaux d'irrigation.

Ces poteries sont bien conçues et bien faites, mais leur prix et d'autres raisons, que nous avons développées particulièrement pages 298 et suivantes, ne nous permettent pas de penser que leur emploi soit pratique lorsqu'il s'agit d'irrigations aux eaux d'égout. Par contre leur usage peut rendre service dans grand nombre d'installations agricoles et industrielles, notamment quand il s'agit d'écoulement de liquides acides.

Les figures 14 et 15 montrent qu'on peut varier et augmenter notablement la section d'écoulement à l'aide de poteries rapportées par-dessus et appelées poteries de rehausse.

16. — *Vanne Doulton.*

C'est une vanne en grès qui se combine avec les tuyaux d'irrigation. Elle se recommande par sa résistance aux agents chimiques.

17. — *Robinet-vanne Doulton.*

La figure fait voir le robinet démonté et sa construction ; dans l'emploi, les deux parties sont rassemblées et reliées avec du ciment. Comme l'appareil précédent, celui-ci se combine avec les tuyaux d'irrigation.

PLANCHE XXIX

ÉVIER ISOLÉ

La figure montre le mode de ventilation du siphon dans le cas d'évier isolé ainsi que l'agencement des divers tuyaux d'amenée d'eau, de chute et de ventilation.

Nous avons déjà donné des installations d'évier, planche XXIII, figures 1 et 9 et planche XXIV, figure 1.

Digitized by Google

ÉVIERS SUPERPOSÉS

La figure montre l'agencement des divers tuyaux dans le cas d'éviers superposés, cas qui se présente le plus souvent avec les immeubles comportant plusieurs logements.

Nous avons déjà donné planche XX, figure 6, l'agencement de ces mêmes tuyaux, applicable à des cabinets superposés.

Tous les siphons sont ventilés sur une même conduite verticale, généralement en plomb, d'une section égale à la moitié de celle du tuyau de chute et que l'on raccorde par le haut avec ce dernier, là où il ne fonctionne plus que comme ventilateur.

Dans cette partie, ce dernier est généralement en zinc ; on le prolonge jusqu'en haut du toit et on le termine soit par un capuchon, soit par tout autre appareil destiné à favoriser le tirage.

(Texte page 77.)

RÉSERVOIR DE CHASSE FACULTATIF DE FLICOTEAUX

Un tuyau de petit diamètre, branché sur la conduite de distribution d'eau, amène, quand on fait usage du robinet à repoussoir, de l'eau sous forme de jet dans le siphon du réservoir et l'amorce instantanément.

Le mode d'amorçage est très ingénieux et l'ensemble de l'appareil se prête mieux que les autres réservoirs de chasse à une installation soignée.

PLANCHE XXX

La planche montre l'ancien type de l'écoulement à l'égout par tinette autrefois adopté à Paris, puis les nouvelles dispositions prises pour l'écoulement direct à l'égout et le branchement particulier.

Les anciennes dispositions sont connues et le dessin est d'ailleurs assez clair par lui-même pour ne nécessiter aucune explication.

ÉCOULEMENT DIRECT A L'ÉGOUT

Voyons les dispositions adoptées aujourd'hui à Paris dans le cas d'écoulement direct à l'égout, lequel devra à la longue être le seul usité pour tous les immeubles.

Digitized by Google

Lorsqu'il y a un branchement de l'égout public sur l'immeuble, ce branchement doit être muré au droit de l'égout public et ouvert au droit de l'immeuble qu'il dessert.

Il sert au passage de la canalisation d'eau de distribution et du drain général privé de l'immeuble ; il doit être aéré directement sur la rue.

Nous avons vu que l'usage de ce branchement n'existe guère qu'à Paris ; dans les autres grandes villes d'Europe et d'Amérique, les canalisations également en poterie de grès ou en fonte ou en plomb sont simplement placées au fond d'une tranchée que l'on comble ensuite.

A l'intérieur de l'immeuble tous les orifices d'évacuation, tels que ceux de pierre d'évier, de bouche d'égout pour eaux de courette, de trop-plein pour borne-fontaine, de cabinets d'aisances, doivent être munis de siphons ventilés et avec regards ; de plus, la plupart de ces orifices, ainsi que nous nous en sommes déjà souvent expliqué, doivent, en outre, être munis de grilles destinées à arrêter les corps solides dépassant un certain volume.

Les divers tuyaux d'évacuation, généralement en poterie de grès vernissé ou en fonte, aboutissent sous un angle aigu au collecteur général privé établi le plus souvent en poterie de grès vernissé. Autant que possible ce collecteur doit avoir une pente de 2 à 3 centimètres par mètre ; son diamètre ne doit pas dépasser 0m20 à 0m25 ; il présente sur son parcours plusieurs regards de visite (indiqués au dessin), en cas d'obstruction, puis un siphon, dit siphon de pied, à sa sortie de l'immeuble.

A ce sujet rappelons que dans plusieurs villes, à Francfort-sur-Mein en particulier, on a reconnu que ce dernier siphon n'était pas indispensable.

(Voir pages 100 et 369.)

Il n'a pas été indiqué de prise d'air pour la ventilation des drains ; nous avons déjà dit que c'est cependant là une mesure nécessaire.

(Voir texte page 427, l'arrêté relatif à l'écoulement direct à l'égout.)

PLANCHE XXXI

EXEMPLE DE DRAINAGE DES EAUX D'UN IMMEUBLE A PARIS

La planche représente la disposition d'ensemble du drainage, dans le sous-sol, des eaux d'un immeuble à Paris.

Ce drainage a été établi à l'aide de tuyaux en fonte et de tuyaux en poterie de grès vernissé.

Digitized by Google

L'immeuble possède sur l'égout public un branchement particulier qui n'a pas été modifié suivant les nouvelles dispositions indiquées dans la planche précédente.

La coupe A B montre l'emploi d'un siphon-regard défectueux.

Remarquons que les tuyaux de descente d'eau pluviales communiquent directement avec le drain général; cette disposition, ainsi que nous l'avons déjà dit, a entre autres avantages, par les temps froids, d'éviter, à l'intérieur des tuyaux de descente, la congélation qui, autrement, se produit souvent dans nos pays et présente de grands inconvénients.

(Voir texte pages 100 et 427.)

PLANCHE XXXII

APPAREIL AUTOMATIQUE DE CHASSE POUR ÉGOUTS

(SYSTÈME PARENTY)

Cet appareil très ingénieux est employé par la ville de Paris ; en voici la description :

Un siphon de gros diamètre, amorcé d'avance, plonge par sa branche amont dans un réservoir d'une grande superficie et d'une faible profondeur et par sa branche aval dans une cuvette mobile. Celle-ci a son rebord supérieur très évasé de façon à faciliter la sortie de l'eau lors de l'écoulement. Elle peut se mouvoir verticalement. A cet effet elle est suspendue à des chaînes passant sur des poulies (1) et supportant par leurs autres extrémités un contrepoids tel que le poids de ce dernier dans l'air est plus grand que celui de la cuvette remplie d'eau.

Aussi, au fur et à mesure que le niveau de l'eau monte dans le réservoir amont, le contrepoids perd de son poids relatif alors que celui de la cuvette remplie d'eau reste toujours le même.

On conçoit que l'appareil puisse être réglé de façon que l'équilibre soit rompu lorsque l'eau dans le réservoir est arrivée à un niveau fixé d'avance ; alors le contrepoids monte, la cuvette descend et l'écoulement par-dessus les bords de celle-ci se produit avec toute l'intensité due aux différences de niveau de l'eau à l'amont et à l'aval.

(1) Les poulies sont calées sur leur arbre qui est horizontal.

Digitized by Google

Lorsque le réservoir est vidé à une certaine hauteur, le contrepoids redescend, par suite la cuvette remonte et se replace à sa position primitive.

Pour éviter, à la fin de la chasse, une ascension trop rapide de la cuvette et le choc violent qui peut en résulter, on fait plonger le contrepoids dans un puisard maçonné, présentant intérieurement à peu près les mêmes dimensions.

Le contrepoids formé par une bâche en tôle est réglé au moyen de grenailles.

APPAREIL DE CHASSE AUTOMATIQUE DE DOULTON

Nous donnons également dans cette planche la coupe verticale d'un appareil de chasse automatique de Doulton pour drains privés et dont nous avons exposé la description page 191.

PLANCHE XXXIII

Bruxelles est traversé, à peu près en son milieu, par une rivière qu'on appelle la Senne ; cette rivière de moyenne importance a été voûtée sur son parcours dans l'intérieur de la ville.

A chacune des deux culées du voûtement de la Senne et sur toute leur longueur, est accolé un collecteur principal.

A partir du boulevard d'Anvers, les deux collecteurs tout en conservant leur section intérieure se séparent de la Senne et passent respectivement sous les rues du Marché et Gaucheret, sur la rive droite et sous la chaussée d'Anvers et la rue Masui, sur la rive gauche.

Au pont Masui, la cunette du collecteur de rive gauche passe sous la rivière et, un peu plus loin, sous le carrefour de l'avenue de la Reine et de la rue Masui, ce collecteur est rejoint par celui de la rive droite.

A partir de la jonction, il n'existe plus qu'un seul collecteur appelé émissaire.

L'émissaire se prolonge parallèlement au chemin de fer du Nord, jusque près la station de Haeren, où il se termine à l'usine élévatoire des eaux d'égout.

Il passe sous le Maelbeck, dont il reçoit le débit ordinaire, en laissant couler à la rivière les eaux de crue de ce ruisseau. Près de son extrémité aval, les ruisseaux réunis du Bemptgracht et du Holbeck passent en siphon sous l'émissaire.

En dehors des deux principaux collecteurs dont nous venons de parler, le

Digitized by Google

défaut complet de pente transversale de l'agglomération bruxelloise, sur la rive gauche de la Senne, y a rendu nécessaire la construction de plusieurs collecteurs à grande section et ayant besoin d'un curage automatique.

Ces collecteurs, de même type que les autres, débouchent par un tronc commun dans le collecteur accolé de rive gauche, sous la rue du Marché-aux-Poulets ; ce sont les collecteurs de Molenbeck-Saint-Jean, de la porte de Vinove et celui d'Anderlecht.

(Voir texte page 344.)

Voûtement de la Senne. — Le voûtement de la Senne commence en amont du boulevard du Midi sous le bâtiment appelé Grande Ecluse, traverse ce boulevard, se dirige sur ceux du Hainaut et Central, qu'il suit sur toute leur longueur, contourne en se bifurquant le Temple des Augustins, passe sous le boulevard de la Senne et traverse le boulevard d'Anvers, à partir duquel la rivière coule à ciel ouvert.

La longueur totale du voûtement est de 2,150 mètres. Il est représenté par les figures 1 et 2 et comprend deux arches séparées par une pile formant mur longitudinal.

Des ouvertures, pratiquées de distance en distance dans la pile, mettent les deux arches en communication ; des cheminées surmontant les voûtes servent à faciliter la visite des travaux et aussi à permettre, en hiver, la projection dans la rivière des neiges qui encombrent la voie publique.

Grande-Ecluse. — La tête amont du voûtement de la Senne est munie de deux grandes vannes en fer destinées à retenir la rivière en amont à un niveau suffisamment élevé pour pouvoir diriger les eaux, par les bras extérieurs, vers le canal de Willebroeck qui exige très souvent cette alimentation supplémentaire.

Chacune des vannes en question est suspendue, par une tige, à un piston qui se soulève à l'aide de la pression des eaux de la distribution, pression qui atteint ordinairement 6 1/2 atmosphères en ce point. La manœuvre se fait ainsi simplement en tournant un robinet.

Collecteurs accolés. — Chaque collecteur comprend deux parties distinctes : la cunette et la voûte.

La cunette, placée en contre-bas du radier des égouts publics ordinaires, est destinée à l'écoulement des eaux amenées par ces égouts.

La partie supérieure, destinée à la circulation des égoutiers, comprend la voûte proprement dite et deux banquettes longeant la cunette de part et d'autre. Elle a les dimensions nécessaires pour rendre aisée la circulation des ouvriers.

Lors des fortes pluies sur le bassin des collecteurs, l'eau dans ceux-ci s'élève au-dessus des banquettes à une hauteur plus ou moins considérable. Des ouvertures latérales, ménagées de distance en distance et munies de

Digitized by Google

portes en bois, permettent au trop plein des eaux de pluie de se déverser dans la Senne tout en s'opposant à une circulation en sens inverse.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, à partir du boulevard d'Anvers, les deux collecteurs, tout en conservant leur section intérieure, se séparent de la Senne pour se rejoindre plus loin sous le carrefour de l'avenue de la Reine et de la rue Masui (figures 3 et 4).

Emissaire. — A partir de la jonction, il n'existe plus qu'un seul collecteur appelé *émissaire* (fig. 5) dont la disposition est analogue à celle des collecteurs précédents.

Dispositions communes aux divers collecteurs.

Toutes les parois intérieures sont recouvertes d'enduits parfaitement lissés, en mortier de ciment pour la cuvette et les banquettes et en mortier de trass bâtard pour la voûte.

Les bords de la cuvette sont munis de rails en fer, en forme de cornière, pour la circulation des wagons.

Des mains-courantes en fer galvanisé règnent à 0m90 au-dessus des banquettes, le long des pieds-droits de la voûte.

A tous les 50 mètres et alternativement sur chacune des banquettes, se trouve un regard avec échelle en fer pour le service des égoutiers (voir fig. 1 et 2). En certains points les échelles sont remplacées par des escaliers d'un parcours plus facile.

A la grande écluse et vers les extrémités amont des différents collecteurs des faubourgs, sont établies des prises d'eau munies de vannes permettant, en cas de besoin, d'introduire dans les collecteurs une partie plus ou moins considérable des eaux de la rivière, afin de faciliter le curage et le lavage de ces collecteurs.

La figure 6 représente le type des *wagons-vannes* employés à Bruxelles pour le curage des collecteurs. Ces appareils sont entièrement en fer. Un mécanisme simple, à vis oscillante, permet à l'égoutier de baisser et de lever la vanne à telle profondeur que l'on veut dans la cunette ; la vanne est munie à sa partie inférieure de deux petites ouvertures.

Neuf wagons semblables desservent l'ensemble des collecteurs ; il y en a deux pour l'émissaire, un pour le collecteur de rive droite, six pour les différents collecteurs de rive gauche.

Chaque wagon est manœuvré par deux hommes.

Les fig. 7 et 8 représentent les deux types qui ont été le plus employés pour bouches d'égout avec réservoir à sable ; ces appareils sont en fonte et présentent une fermeture hydraulique. Les bouches sont munies de grilles pour toutes les rues à forte pente, les voies macadamisées et celles à proximité d'arbres et de plantations ; elles sont libres, situées dans un plan verti-

Digitized by Google

cal, celui de la bordure du trottoir et munie d'un volet à charnière pour les autres voies.

Actuellement on fait exclusivement usage d'un type se rapprochant de celui représenté par la figure 7 ; la bouche est horizontale et munie d'une grille.

PLANCHE XXXIV

TYPES DE COLLECTEURS DE PARIS

La planche montre les profils d'un certain nombre de collecteurs ainsi que les appareils employés pour leur curage, wagon-vanne et bateau-vanne.

A Paris la voûte supérieure des grands égouts reçoit les maîtresses conduites d'eau, les fils télégraphiques et téléphoniques, les tubes pneumatiques, etc , etc.

Les collecteurs et les égouts portent les noms des rues sous les chaussées desquelles ils se trouvent ; des plaques en fonte émaillée placées à l'intérieur indiquent ces noms, d'autres indiquent les numéros des immeubles bordant la chaussée à droite et à gauche.

(Pages 168, 183 et 419.)

PLANCHE XXXV

1. — ÉPURATION ET UTILISATION DES EAUX D'ÉGOUT A GENNEVILLIERS

Les terrains soumis aux irrigations comprennent tous ceux situés entre la Seine d'une part, la route de Neuilly et le chemin d'Argenteuil de l'autre.

Les conduites de distribution d'eau d'égout (en béton moulées sur place) sont indiquées en traits interrompus.

Les conduites de drainage des eaux épurées (en béton) sont peu nombreuses ; elles ont été établies sous les chemins existants et aboutissent à la Seine (Pages 250, 297 et 419).

Digitized by Google

2. — CONDUITES DE DISTRIBUTION DES EAUX D'ÉGOUT A GENNEVILLIERS

Les conduites de distribution des eaux d'égout ont été moulées sur place en béton ; nous en donnons les divers profils.

Ces conduites se comportent bien, résistent, sans perdre d'eau, à une pression de plus de dix mètres et reviennent moins cher que les conduites en fonte.

3. — ÉPURATION ET UTILISATION DES EAUX D'ÉGOUT A REIMS

(Voir texte page 391.)

PLANCHE XXXVI

1 et 2. — Bouches de distribution des eaux d'égout employées à Gennevilliers et à Reims.

Pour donner de l'eau on ne fait que desserrer la vis d'un certain nombre de tours.

(Texte page 298.)

2 et 3. — Type de champ d'épuration et d'utilisation agricole des eaux d'égout.

La figure 2 représente une partie du jardin municipal de Paris à Gennevilliers.

Les traits en lignes interrompues représentent les rigoles de distribution des eaux d'égout.

(Pages 250, 297 et 419.)

FIN DU CINQUIÈME ET DERNIER LIVRE

Digitized by Google

Digitized by Google

TABLE DES MATIÈRES

TEXTE

LIVRE PREMIER

ASSAINISSEMENT DE L'HABITATION

CHAPITRE PREMIER

PAGES

Importance des questions relatives à l'hygiène 1

CHAPITRE II.

Conditions requises pour la salubrité de l'habitation 4

Eclairage. — Ventilation. — Composition de l'air et causes qui peuvent l'altérer. — Respirations et transpirations pulmonaires et cutanées. — De l'air confiné. — Influence des plantes. — Lumières artificielles. — Cubes d'air. — Modes de ventilation. — Ventilation naturelle. — Ventilation artificielle, par appel, par insufflation. — Du chauffage. Température convenable au point de vue hygiénique. Combustibles. — Appareils de chauffage. Braseros. Cheminées. Cheminées avec prises d'air et appareils. Cheminées prussiennes. — Poêles. Poêles en terre cuite émaillée. Poêles avec enveloppe et circulation d'air. — Rendement calorifique des poêles. 17

Chauffage par calorifère. Calorifère à air chaud. Calculs relatifs aux calorifères à air chaud. Marche à suivre pour les calculs. Avantages et inconvénients des calorifères à air chaud. — Calorifère à eau chaude et basse pression. Calculs relatifs auxdits calorifères. Avantages et inconvénients. — Calorifère à eau chaude et à haute pression. — Chauffage à la vapeur, par l'eau et la vapeur. 28

Applications diverses de chauffage et de ventilation. — Salles d'école, de café, de réception, d'amphithéâtre. — Théâtres. Théâtre lyrique de Paris. — Salles d'hôpitaux. Hôpital de Lariboisière. — Prison Mazas 39

Orientation. Sol. 47

Humidité des constructions. Humidité provenant du sol. Humidité provenant de la construction. Humidité à la suite d'inondation 50

Influence des accidents du sol 53

Digitized by Google

CHAPITRE III.

Pages

Eau pour les usages domestiques, son importance. — Propriétés de l'eau. — Substances utiles et substances nuisibles qu'on peut rencontrer dans une eau naturelle. — Diverses dénominations données aux eaux naturelles . . 54

Eau potable, ses caractères. Des diverses eaux potables 57

Des filtres pour eau 60

Distribution d'eau intérieure. Réservoirs d'eau et canalisation privée. — Nature de la canalisation. — Prix du mètre cube d'eau distribuée dans différentes villes 64

CHAPITRE IV.

Résidus domestiques. — Drainage des résidus domestiques. — Drainage des résidus solides de cuisine et autres de la maison. — Drainage domestique intérieur. 69

Du siphon hydraulique, son efficacité comme mode de fermeture. — Des divers siphons hydrauliques — Siphons pour eaux ménagères et de toilette. — Evaporation de l'eau des siphons. — Du siphonage. — Ventilation des siphons. , 72

Des éviers. — Appareil à retenir les graisses. — Bassins de toilette. — Lavabos pour écoles, lycées. Bains de pied. — Cabinets de bains. Baignoires. — Vidoirs à eau ménagère et de toilette 78

Drainage des water-closets. — Etat actuel en France. — Water-closet perfectionné. — Appareils pour garde-robe. — Réservoirs de chasse d'eau. — Garde-robe à chasse d'eau de Lambeth. — Observations diverses. — Tuyaux de chute des privés. — Water-closets pour établissements publics. — Urinoirs. Urinoirs pour lieux publics, casernes, cafés, écoles. — De l'obligation d'un cabinet par logement 83

Drainage des eaux pluviales. Etat actuel en France. — Etat actuel à l'étranger. Tuyaux d'évacuation des résidus liquides de la maison 96

LIVRE II

ASSAINISSEMENT DES VILLES

CHAPITRE PREMIER

Importance des travaux d'assainissement des villes. — Assainissement intérieur des villes. — Conditions essentielles à réaliser 105

Digitized by Google

CHAPITRE II.

PAGES

Distribution d'eau des villes.— Historique. — Questions à résoudre. — Volume d'eau nécessaire à une ville. — Quantités d'eau distribuée dans quelques villes. — Qualités que doivent présenter les eaux à distribuer. — Travaux. — Canalisations. 111

CHAPITRE III.

Des immondices produits dans une ville. — Ordures et détritus solides. — Neige et glace 118

CHAPITRE IV.

Matières de vidange. — Quantités. — Composition. — Des fosses. — Fosses étanches. — Fosses mobiles. — Tinettes filtrantes. — Vidange à l'égout. . 122

Mesures proposées par la Commission d'assainissement de Paris de septembre 1880.—Mesures immédiates. — Remplacement des fosses maçonnées par des fosses métalliques. — Prescriptions spéciales proposées pour les immeubles qui durent conserver la fosse en maçonnerie. 129

Exposé de la solution pour l'avenir préconisé par la Commission de 1880 et de celle projetée par les ingénieurs de la ville de Paris. — Travaux de M. Pasteur sur le charbon 135

Examen comparatif des deux systèmes.— 1° Système de la Commission de Paris de 1880. — 2° Système de vidange à l'égout. — Objections présentées à ce dernier système. — 1° Perméabilité des égouts. — 2° Pente des égouts. — 3° Dangers présentés par l'addition des matières de vidange. — 4° Dangers de propagation des maladies contagieuses par les eaux d'égout. — Opinions des hygiénistes français et étrangers. — Données scientifiques. — Statistiques. 141

Des autres systèmes d'évacuation des matières de vidange. — Système Berlier. Système Liernur. — Conclusions 152

CHAPITRE V.

Des eaux d'égout. — Leur composition. — Evacuation des eaux d'égout et innocuité d'un réseau d'égouts bien établi. 160

Des égouts et des collecteurs. — Leur origine. — Des divers types d'égout : 1° Egouts visitables, 2° égouts non visitables. — Comparaison. — Discussion. 167

Parois intérieures des égouts. — Leurs jonctions, tracés, pentes, profondeurs. — Bouches d'égout, réservoirs à sable. — Regards. — Jonctions des drains privés avec les égouts publics. — Ventilation. — Nécessité et moyens d'éviter les dépôts. — Curage des égouts 173

Digitized by Google

Détermination des sections à donner aux égouts. — Cube des eaux d'égout. — Quantité d'eau fournie par une pluie exceptionnelle. — Calculs des sections. — Cas des égouts visitables secondaires 185

Réservoirs de chasse d'eau. — Réservoirs de chasse automatique Field, Doulton, Geneste et Herscher 189

Des odeurs 194

CHAPITRE VI.

Sol. — Humidité. — Oscillations verticales d'une nappe voisine, drainage du sous-sol 198

Des voies publiques. Leurs tracés, largeur, niveaux. — Des chaussées. — Historique. 203

Chaussées macadamisées. — Chaussées pavées en pierre. — Chaussées pavées en bois. — Chaussées asphaltées. — Chaussées en dallage de ciment, en pavés de cailloux. — Conclusions. Trottoirs 207

Balayage et arrosage des voies publiques. — Leur nécessité. — Balayage. — Arrosage 221

Des plantations d'arbres sur les voies publiques 227

Des villes traversées par une rivière 229

Rapports de la population avec la surface. 231

LIVRE III

ASSAINISSEMENT EXTÉRIEUR DES VILLES

CHAPITRE PREMIER

Nécessité de l'assainissement extérieur des villes. — 1° Détritus solides. . . 236

2° Eaux d'égouts. — Inconvénients de leur déversement dans la rivière. . . 240

Epuration des eaux d'égout. 1° Procédés mécaniques. 2° Procédés chimiques. 3° Procédés par épandage sur le sol. — Explication des faits. — Conclusions. 246

Comment les eaux d'égout sont amenées sur les champs à irriguer. — Conditions à remplir pour obtenir une bonne épuration. — Distribution et filtration des eaux impures. — Evacuation des eaux. Détermination du pouvoir épurateur du sol. — Surface nécessaire à l'épuration par le sol des eaux d'égout d'une ville. — Procédés chimiques d'épuration accompagnés de la filtration par le sol 254

Digitized by Google

CHAPITRE II.

PAGES

Innocuité des irrigations aux eaux d'égout même chargées de matières de vidange. — Objections tirées de la microbiologie. — Discussion. — 1° Avis d'hygiénistes français et étrangers. — Opinion du docteur Frankland. — Expériences de MM. Marié-Davy et Miquel. — Opinion et expérience de M. Cornil. 265

Exemples anciens d'irrigations à l'eau d'égout et de fumures à l'engrais humain. 279

Les irrigations à l'eau d'égout ne donnent point naissance à des fièvres paludéennes. — Conservation des propriétés du sol. — Intérêt qui s'attache à l'utilisation agricole des eaux d'égout. — Résumé et conclusions. 293

Envoi des eaux d'égout à la rivière ou à la mer. 295

CHAPITRE III.

Utilisation agricole des eaux d'égout. — Elévation, amenée sur place et répartition des eaux d'égout. — Arrosages et Drainages. 297

Cubes d'eau correspondant aux diverses cultures 302

Résultats obtenus dans la culture par les irrigations à l'eau d'égout.
1° Documents anglais. — Prairies du voisinage d'Edimbourg. Ferme de Craigentinny et de Lockend. — Irrigations de Barking. — Ferme de Lodge. — Irrigations de Merton, de Croydon 307

2° Documents français. — 1° Rendements ; 2° Qualité des produits obtenus, légumes, arbres fruitiers et pépinières, plantes industrielles ; 3° Plus-value agricole et locative des terrains irrigués 312

LIVRE IV

PRINCIPAUX TRAVAUX D'ASSAINISSEMENT

EXÉCUTÉS OU PROJETÉS

TANT EN FRANCE QU'A L'ÉTRANGER

LONDRES. — Etat sanitaire avant 1845. — Travaux exécutés. — Eaux de la maison. — Associations sanitaires. — Prescriptions recommandées aux nouveaux habitants de chaque maison. — Eaux de la voie publique. — Des égouts. — Base des calculs pour leur section. — Conclusions. — Les maisons et les rues à Londres. — Assainissement extérieur et utilisation des eaux. . 327

Château de Claremont. — King's College Hospital. — Hôpital de Saint-Thomas. 339

Digitized by Google

BRUXELLES. — Rôle actuel des égouts. — Suppression des fosses fixes. — Travaux d'assainissement exécutés. — Egouts privés. — Egouts secondaires. — Collecteurs. — Emissaire. — Renseignements divers. — Bureau d'hygiène de Bruxelles. 344

DANTZIG. — Assainissement intérieur. — Assainissement extérieur. — Résultats obtenus pour l'état sanitaire 354

BRESLAU. — Assainissement intérieur. — Assainissement extérieur. 358

BERLIN. — Ancien état de Berlin au point de vue sanitaire. — Assainissement intérieur. — Détails de dispositions et de construction des égouts. — Assainissement extérieur. — Résultats au point de vue de l'assainissement. . . 361

FRANCFORT-SUR-MEIN. — Historique. — Renseignements divers. — Principes adoptés pour les travaux d'assainissement. — Assainissement de la maison. — Egouts privés. — Egouts publics. — Résultats obtenus. 369

LISBONNE. — Renseignements généraux. — Ancienne situation au point de vue sanitaire. — Projets divers de travaux d'assainissement de Lisbonne. — Projet adopté par la municipalité. — Principes fondamentaux. — Dispositions d'ensemble du réseau des égouts, son rôle, matériaux choisis. — Egouts privés. — Surveillance administrative des branchements particuliers. — Egouts publics. -- Emissaire. — Drainage du sous-sol des rues. — Conclusions 376

NAPLES. — Historique. — Distribution d'eau. — Aménagement des quartiers bas. — Drainage des eaux pluviales et d'égout 386

REIMS. — Situation ancienne et modifications successives. — Rapports de MM. Duchateau, Mallet, etc. — Rapport du Conseil général des Ponts et Chaussées. — Rapport de M. Poulain. — Traité pour l'épuration des eaux. — Travaux. — Etat sanitaire actuel 391

NANCY. — Description. — Distribution d'eau. — Maisons, départ des immondices. — Egouts municipaux. — Etat sanitaire actuel. 399

TOULON. — Description. — Causes d'insalubrité. — Mesures d'ensemble proposées par M. Dyrion. — Projets de drainage des eaux impures. — Assainissement de la maison. — Egouts municipaux. — Dispositions générales, systèmes d'égout. — Direction et refoulement des eaux. — Collecteurs et égouts. — Quantité d'eau débitée par les égouts — Calcul des canalisations. Regards et jonctions des canalisations. Réservoirs de chasse. — Collecteur sous le boulevard de Strasbourg. — Utilisation agricole des eaux d'égout. . 404

PARIS. — Historique. — Etude des eaux d'égout de Paris. — Premiers essais d'épuration des eaux d'égout. — Extension des essais d'épuration par le sol. — Arrêté préfectoral du 10 novembre 1886 relatif à l'écoulement direct des matières à l'égout 419

DIJON. — Historique. — Situation au point de vue sanitaire, décisions prises par la municipalité. — Exposé du projet. — Renseignements divers. — Situation topographique de la ville et nature du sol. — Quantités d'eau de distribution, de pluie, d'égout. — Débits de Suzon et de l'Ouche 432

Principes adoptés pour le projet dressé par M. P. Pignant. — Egouts privés, égouts publics. — Collecteurs, tracés, matériaux employés, profondeur, aération, regards, sections, pentes, débits. 441

Digitized by Google

Collecteur général ou émissaire. — Description, pente, section, débit. — Conduite latérale en fonte, description, section, pente, débit, but. — Dispositions adoptées à l'origine du collecteur général et de la conduite en fonte. — Assainissement intérieur. Drainage de la maison. — Egouts publics. . . . 448

Epuration des eaux d'égout. — Surface de terrain nécessaire à l'épuration et emplacement. — Dispositions adoptées, distribution des eaux, drainage, distribution à l'extrémité de la conduite 456

Dépenses. Revenus possibles. 461

LIVRE V

TEXTE EXPLICATIF DES PLANCHES

PLANCHE I. — Cheminées des XIe et XIIe siècle. — Cheminées Rhumford, L'Homond, Mousseron, Peclet, Descroizilles, Joly, Fondet, Douglas Galton. — Mitres 463

PLANCHE II. — Mitres. — Poêles faïence ordinaire, Gurner, Joly. — Poêles calorifères Martin, Geneste et Carette, Chaussenot, Muller. — Poêle calorifère à gaz. — Appareil Arnolt. — Poêle calorifère Hamelincourt. Calorifère Beyer 464

PLANCHE III. — Trois types de calorifères à air chaud 465

PLANCHE IV. — Trois types de calorifères à air chaud. 466

PLANCHE V. — Calorifère à air chaud de Geneste. — Calorifère à air chaud en poterie. — Calorifère à air chaud Starb. — Chauffage Perkins. — Observations sur les progrès du chauffage à l'eau chaude 466

PLANCHE VI. — Calorifères à eau chaude et basse pression. — Chaudière pour calorifère à vapeur. — Ventilateurs. — Observations sur le chauffage et la ventilation des grands espaces. 467

PLANCHES VII, VIII et IX. — Modes de chauffage et de ventilation de l'hôpital de Lariboisière 470

PLANCHES X et XI. — Mode de chauffage et de ventilation du théâtre lyrique de Paris. Mode de chauffage et de ventilation de la prison Mazas à Paris. . . 470

PLANCHE XII. — Mode de chauffage et de ventilation de l'Opéra Impérial de Vienne. 471

PLANCHE XIII. — Application des lampes à Gaz intensives Wenham à l'éclairage et à la ventilation 475

PLANCHE XIV. — Installations de bains particuliers. Distribution d'eau chaude dans la maison pour la cuisine, la toilette, le cabinet de bain et la douche . 478

Digitized by Google

PLANCHE XV. — Poêles Jacquemin. — Calorifère à air chaud de Michel Perret, perfectionnement apporté par l'emploi de dalles perforées. 481

Filtre Maillé. — Filtres Maignen, rapport Vallin. — Filtre Maignen à grand débit. — Appareil anti-calcaire Maignen. — Appareils Carré : Filtre, réservoir élévateur, élévateurs d'eau, réservoir élévateur d'étage, type d'élévation d'eau pour maison particulière de Carré 483

PLANCHE XVI. — Principaux types de poteries en grès vernissé pour tuyaux, siphons, regards. — Types de regards pour drains privés. 487

PLANCHE XVII. — Siphons en fonte Jacquemin, siphons en plomb coulé Geneste et Herscher. — Siphons en fonte Geneste et Herscher. — Modes de fermeture Jacquemin. — Tampons hermétiques Jacquemin. Mode de fermeture de Jeanmesnil et Rambervilliers. — Bouches d'égout pour cour, en fonte, de Jacquemin. — Bouches d'égout pour cour, en grès vernissé, de MM. Jacob frères à Pouilly-les-Seurre . . . . . , ... 488

PLANCHE XVIII. — Appareils sanitaires en grès fin émaillé et porcelaine de Pillivuyt, Dupuis et Cie, à Mehun-sur-Yèvre (Cher) 491

PLANCHE XIX. — Types d'installations de water-closets particuliers. — Petits réservoirs de chasse facultatifs ou automatiques de Rogier et Mothe, Geneste et Herscher et de Doulton. — Observations sur les installations de water-closets, etc. . . . . , ... 492

PLANCHE XX. — Type d'installation de water-closets particuliers. Cuvettes avec siphon pour garde-robe de Lambeth, Jacob frères, en grès émaillé et de Flicoteaux en fonte inoxydée 494

Installation des tuyaux d'eau, de ventilation et de chute dans le cas de cabinets superposés. — Siège à la Turque de Jacob frères. — Type d'urinoirs publics de Jacob frères. — Joints Flicoteaux pour tuyaux en fonte. Fonte inoxydée. 495

PLANCHE XXI. — Types de sièges à la Turque en fonte émaillée, grès émaillé, verre, ardoise d'Angers, etc., etc. 496

PLANCHE XXII. — Types d'urinoirs publics à rigole, à niches, cuvettes de toilette à bascule, toilette, poste d'eau, évier. 497

PLANCHE XXIII. — Installation d'évier de cuisine avec réservoir à graisse de Flicoteaux. Installation d'évier d'office avec filtre (système Chamberland) de Flicoteaux. — Types divers de lavabos, pour écoles, lycées, hôpitaux, etc., à eau courante de Flicoteaux, à cuvettes basculantes de Flicoteaux, Doulton, à cuvette basculante avec récepteur séparé, de Liefquin. Lavabo de luxe avec cuvette fixe de Flicoteaux. Poste d'eau vidoir pour hôpitaux, de Flicoteaux . 498

PLANCHE XXIV. — Type d'installation d'un évier isolé avec ventilation directe du siphon, appareil de ventilation de Geneste et Herscher. — Type d'installation d'un cabinet d'aisances pour habitation privée avec détails de montage et avec les appareils de Geneste et Herscher. — Appareil de chasse d'eau avec entraînement de liquide désinfectant de Geneste et Herscher 499

PLANCHE XXV. — Chercheur de fuite de Geneste et Herscher. — Disposition Geneste et Herscher pour actionner l'appareil de chasse par le mouvement de la porte. — Dispositions diverses de latrines publiques de Geneste et Herscher 501

Digitized by Google

Pages

Planche XXVI. — Installations diverses de cabinets communs avec sièges à la Turque et réservoirs de chasse automatique. — Disposition Geneste et Herscher où la chasse est commandée par des pédales disposées sur le siège. — Terrasses en fonte émaillée de Geneste et Herscher pour cabinet avec sièges à la Turque. — Bouches d'égout en fonte avec siphon et panier ramasse-sable pour cours et voies publiques de Geneste et Herscher. 504

Planche XXVII. — Réservoirs de chasse automatique pour égout de Rogier et Mothe, de Field et de Geneste, Herscher et Carette. — Applications aux égouts. — Vanne de fond des réservoirs en maçonnerie 506

Planche XXVIII. — Réservoir de chasse pour égouts de Doulton. — Trappes pour regards de visite des égouts de Geneste et Herscher. — Type d'égout public en Angleterre avec radier en poterie de grès vernissé de Doulton. — Type d'égout visitable avec radier en grès vernissé de Jacob frères. — Bouche de jonction de l'égout privé avec l'égout public de Doulton. — Poteries en grès vernissé pour les canaux d'irrigation à l'eau d'égout de Doulton. — Mode de fermeture des bouches d'irrigations à l'eau d'égout, de Geneste et Herscher (fig. 1.) 507

Planche XXIX. — Installation d'un évier isolé. — Agencement des divers tuyaux d'eau, de ventilation et de chute dans le cas d'éviers superposés. — Réservoir de chasse facultatif de Flicoteaux. 509

Planche XXX. — Ancien type de l'écoulement à l'égout par tinette, à Paris. — Nouveau type de l'écoulement direct à l'égout à Paris. 510

Planche XXXI. — Exemple du drainage des eaux d'un immeuble à Paris. . 511

Planche XXXII. — Appareil automatique de chasse pour égouts de Parenty. — Appareil automatique de chasse de Doulton 512

Planche XXXIII. — Bruxelles. — Description du voûtement de la Senne et des principaux collecteurs. — Appareil de curage automatique des collecteurs, Wagon-vanne. — Bouches d'égout avec réservoirs à sable employés à Bruxelles. 513

Planche XXXIV. — Types de collecteurs de Paris. — Appareils de curage automatique des collecteurs, Wagon-vanne, bateau-vanne. 516

Planche XXXV. — Epuration et utilisation des eaux d'égout à Gennevilliers. — Conduites de distribution des eaux d'égout. — Epuration et utilisation des eaux d'égout à Reims 516

Planche XXXVI. — Bouches de distribution des eaux d'égout employées à Gennevilliers et à Reims. — Type de champ d'épuration et d'utilisation agricole des eaux d'égout à Gennevilliers. 517

Table des matières 518

FIN

DIJON, IMPRIMERIE DARANTIERE, RUE CHABOT-CHARNY, 65

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

89077801405
B89077801405A

Digitized by Google